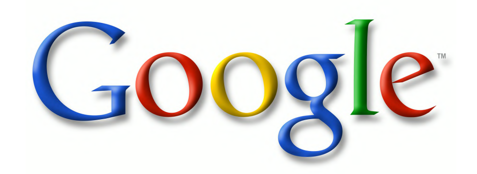
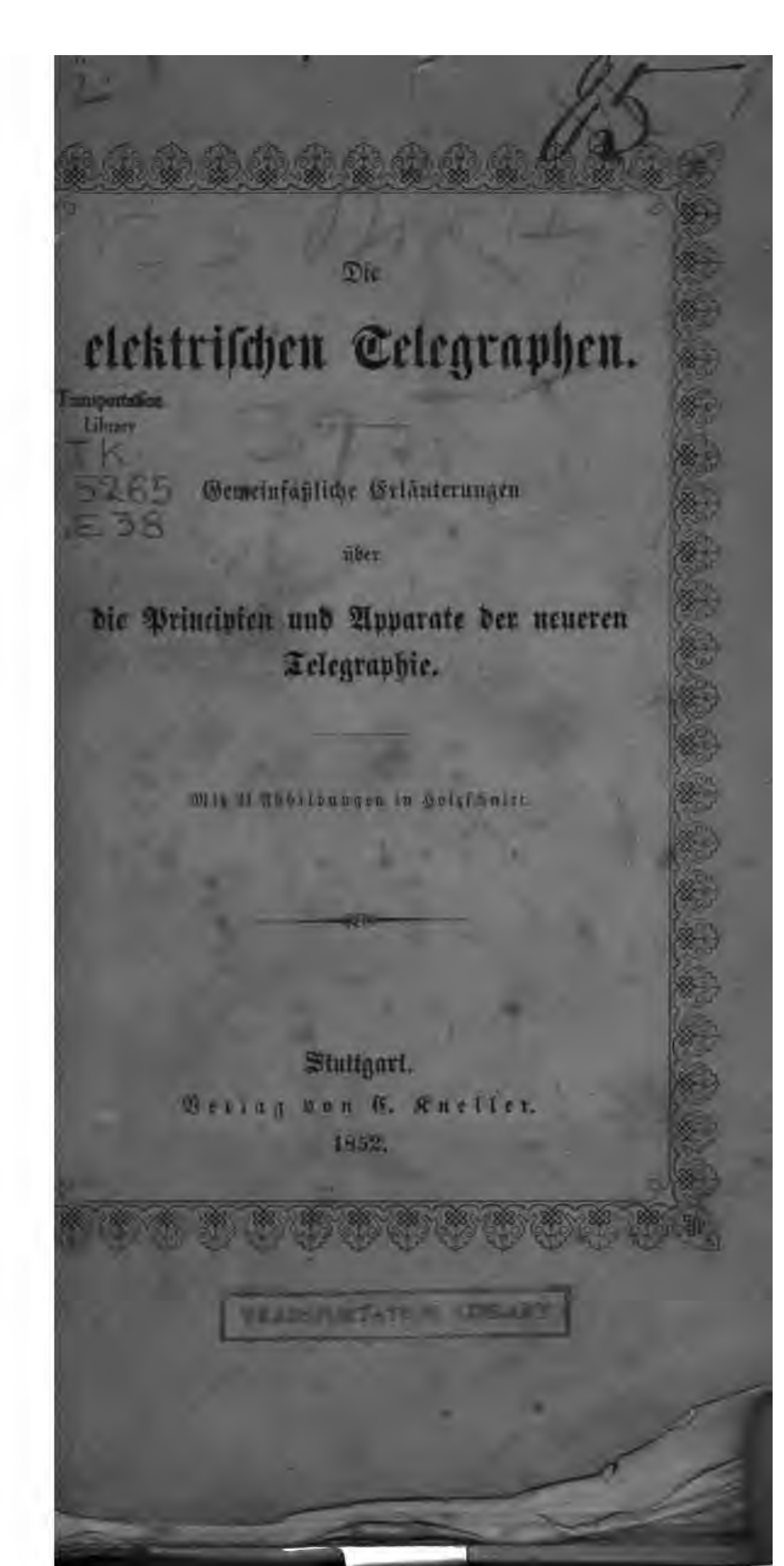



TRANSPORTATION
LIBRARY
TK
5265
.E38
A 758,311
DUPL



Die

elektrischen Telegraphen.

Gemeinfaßliche Erläuterungen

über

die Principien und Apparate der neueren Telegraphie.

Mit 11 Abbildungen in Holzschnitt.

Stuttgart.
Verlag von C. Kneller.
1852.

Die

elektrischen Telegraphen.

Gemeinfaßliche Erläuterungen

über

die Principien und Apparate der neueren Telegraphie.

Mit 21 Abbildungen in Holzschnitt.

Stuttgart.
Verlag von C. Kneller.
1852.



Druck der K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg in Stuttgart.

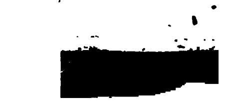
Die Redaction der in unserem Verlag erscheinenden „Neuen illustrirten Zeitschrift“ hat ihren Lesern zu Anfang dieses Jahres einen populär gehaltenen Aufsatz über „Telegraphie“ aus wissenschaftlicher Feder mitgetheilt.

Der ungetheilte Beifall, welchen sich dieser Aufsatz durch seine klare und faßliche Behandlung dieser so wichtigen Erfindung erwarb, sprach sich vielseitig in dem Wunsche aus, denselben in besonderem Abdruck herauszugeben, einem Wunsche, dem auch der Herr Verfasser auf die Aufforderung der Verlagshandlung auf's Freundlichste entsprach, indem derselbe bei der neuen Ausarbeitung das Schriftchen durch vielfache Zugaben an Text und Zeichnungen bereicherte.

Stuttgart, im März 1852.

Die Verlagshandlung.

C. Kneller.



Die elektrischen Telegraphen.

Zu allen Zeiten haben die Menschen, sobald sie in geordnete staatliche Verhältnisse eintraten, Anstrengungen gemacht, die dem Verkehr entgegenstehenden Hindernisse zu bekämpfen, und man ist längst gewohnt, die Culturstufe eines Landes nach seinen Verkehrsanstalten zu beurtheilen. Auch hat von jeher neben den Mitteln zur Erleichterung und Beschleunigung des persönlichen Verkehrs den menschlichen Scharfsinn die Aufgabe beschäftigt, eine möglichst rasche, unmittelbare Correspondenz, unabhängig von Boten, Posten, Brieftauben u. s. w. herzustellen. Die Art, wie diese Aufgabe zu verschiedenen Zeiten gelöst wurde, steht immer im Verhältniß zu den Fortschritten der Transportmittel. Von den Fackelsignalen der Griechen bis zu den bekannten optischen Telegraphen, wie sie Chappe erfunden und 1792 zum ersten Male in größerem Maßstabe (bald darauf zwischen Paris und Lille) ausgeführt hatte, war der Weg ungefähr eben so weit, wie von der Reisemanier der Alten bis zu den Posteinrichtungen der neuern Zeit. Nachdem jedoch die Eilwägen und Malleposten von den Eisenbahnen überflügelt waren, zeigte sich das Verhältniß der telegraphischen Correspondenz zu der Geschwindigkeit des Brieftransports, so gewaltig der Vorsprung der erstern auch immerhin blieb, einigermaßen gegen früher beeinträchtigt. Die Correspondenz mußte neue Schwingen ansetzen, um jenes frühere Verhältniß wieder zu erringen. Und dieß geschah; an die Stelle der optischen Telegraphen, bei denen die ofte Wiederholung der Depesche auf den nicht allzu fern auseinander liegenden Stationen, die etwas schwerfällige

Methode des Zeichengebens ꝛc. verzögernd einwirkten, während die Ausführbarkeit des Telegraphirens überhaupt vom jeweiligen Zustande der Atmosphäre bedingt war, ist die galvanische Telegraphie getreten.

Der Name des neuen Telegraphen ist bereits in Jedermanns Munde. Der Eisenbahnreisende sieht allenthalben die Drähte gespannt, längs denen die Nachricht auf geheimnißvolle Weise zur Ferne fliegen soll; aber der innere Zusammenhang der Sache ist außer den Männern vom Fache immer noch Wenigen klar. In der That ist auch die Einsicht dieses Zusammenhangs schwerer zu gewinnen, als das Verständniß der optischen Telegraphen, da mehrere physikalische Thatsachen zuvor gekannt sein müssen, ehe man den Mechanismus des Telegraphen aufzufassen im Stande ist. Wer es unternimmt, dem größern Publikum einen Erklärungsversuch vorzulegen, hat seinerseits keine ganz leichte Aufgabe und muß zugleich dem Lesenden selbst eine etwas größere Anstrengung zumuthen, als eine gewöhnliche Unterhaltungslectüre zu beanspruchen pflegt. Möge nun der geneigte Leser nicht ungeduldig werden, wenn vor der Beschreibung des Telegraphenapparates ein bischen weiter ausgeholt werden muß. Die voranzusendenden Erläuterungen sollen sich auf das Nothwendigste und Unerläßlichste beschränken.

Es ist bekannt, daß manche Körper (Glas, Schwefel, Harz, eine Siegellackstange ꝛc.) durch Reiben elektrisch gemacht, d. h. in einen Zustand eigenthümlicher Erregung versetzt werden können, in welchem sie z. B. kleine leichte Körper anziehen. Man sagt auch wohl, in Folge der Reibung habe sich auf der Oberfläche eines solchen Körpers Elektricität erzeugt oder angesammelt; was aber die Elektricität an sich sei, weiß Schreiber dieser Zeilen so wenig wie irgend ein Anderer. Gewöhnlich denkt man sich die Elektricität als einen ungemein zarten, flüchtigen Stoff, dem aber freilich von den gewöhnlichen Merkmalen der Materie gerade die wesentlichsten (z. B. die Wägbarkeit) abgehen. Von den Körpern, an welchen durch Reibung keine Elektricität hervorgerufen

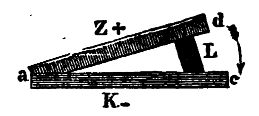


werden kann, besitzen dagegen viele die Eigenschaft, daß sie eine irgendwoher aufgenommene Elektricitätsmenge rasch über ihre Oberfläche oder auch durch ihre Masse hindurch fortführen. Solche, zur Fortpflanzung der Elektricität geeignete Körper heißen **leitende Körper**, oder kurzweg **Leiter**. Gute Leiter sind die Metalle; ferner Kohle, viele Flüssigkeiten, feuchte Erde ꝛc. Ihnen gegenüber stehen die **Nichtleiter** (Glas, Harz, Seide, Elfenbein, trockene Luft ꝛc.). Körper endlich, welche sich in geringem Grade leitungsfähig zeigen, nennt man Halbleiter (Steine, feuchte Luft ꝛc.). Soll die auf einem Körper vorhandene Elektricität diesem erhalten werden, so muß derselbe mit Nichtleitern umgeben und dadurch von der Berührung mit leitenden Körpern abgeschlossen (**isolirt**) sein.

Die auf einer geriebenen Glasröhre erzeugte Elektricität zeigt nicht ganz die nämlichen Erscheinungen wie die am Harz erregte. Dieß hat darauf geführt, **zwei verschiedene** Elektricitäten anzunehmen, von denen man die eine die **positive**, die andere die **negative** genannt hat. Ferner ergab sich, daß beim Reiben nicht bloß der geriebene, sondern auch der reibende Körper elektrisch wird, und daß dann immer der eine die positive, der andere die negative Elektricität zeigt. Endlich fand man, daß zwei leicht bewegliche Körperchen (z. B. zwei an Seidenfäden aufgehangene kleine Korkstückchen) sich abstoßen, wenn man beiden gleichnamige Elektricität mitgetheilt hat, dagegen sich anziehen, wenn das eine positiv, das andere negativ elektrisch geworden ist. Jene gegenseitige Annäherung zweier mit entgegengesetzten Elektricitäten behafteten Körperchen mußte man als die Folge eines auf Vereinigung gerichteten Strebens der beiden Elektricitäten selbst ansehen; auch bestätigten verschiedenartige Versuche das Vorhandensein eines solchen Bestrebens, und zugleich zeigte sich, daß, wenn beide Elektricitäten sich längs eines und desselben Körpers gegen einander bewegen können, sie sich alsbald vereinigen; im Augenblick nach der Vereinigung aber hören die elektrischen Erscheinungen auf; es ist, als ob die positive und die negative Elektricität sich gegenseitig vernichtet oder neutralisirt hätten.

Dieß Alles war längst bekannt, als die italienischen Physiker Galvani und Volta zu Ende des vorigen Jahrhunderts eine neue Quelle der Elektricität entdeckten. Während man sich nämlich bis dahin zur Erregung der Elektricität auf Reiben angewiesen sah, fand Volta, geleitet durch eine von Galvani zufällig gemachte Beobachtung, daß zwei Metalle durch bloße Berührung ihrer Oberflächen elektrisch werden können, und zwar das eine positiv, das andere negativ elektrisch. Bedeutet z. B. (Fig. 1) K

Fig. 1.

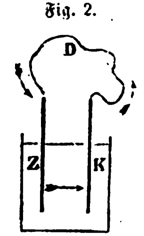


eine Kupferplatte und Z eine Zinkplatte im Querdurchschnitt, und werden beide an der Stelle a auf die in der Figur angedeutete Weise in Berührung gebracht, so wird die Zinkplatte positiv elektrisch (was in der Figur durch das Zeichen + angezeigt ist), die Kupferplatte negativ elektrisch (in der Figur angezeigt durch —). Die beiden Elektricitäten werden an der Berührungsstelle a erregt, verbreiten sich über die Platte, und wenn man ihnen an den entgegengesetzten Enden b, c der Platten eine Brücke darbietet, fließen sie in einander über. Eine solche Brücke wird durch einen feuchten Leiter, z. B. eine eingeschobene benetzte Pappscheibe L, herstellt. Durch diesen Leiter hindurch bewegt sich die positive Elektricität in der Richtung des beigezeichneten Pfeils gegen die Kupferplatte, die negative in der entgegengesetzten Richtung gegen die Zinkplatte, und bei ihrer Begegnung würde alle Elektricität sich aufheben, wenn nicht die an der Berührungsstelle vor sich gehende Erregung andauernd wäre; so aber wird die Fortbewegung im Leiter ununterbrochen erhalten, indem die abziehenden Elektricitäten immer von a aus auf beiden Platten ersetzt werden, und es bildet sich im Leiter ein elektrischer Strom, oder ein galvanischer Strom. (Man hat nämlich der durch Berührung erweckten Elektricität den besondern Namen Galvanis-

mus gegeben, obgleich sie sich, abgesehen von der Art ihrer Entstehung, von der Reibungs-Elektricität nicht wesentlich unterscheidet.) Bringt man an der durch L angegebenen Stelle statt des feuchten Leiters die Zungenspitze zwischen die Zink- und die Kupferplatte (oder auch zwischen ein Zinkblech und eine Silberplatte, etwa eine Münze), so macht sich in dem Augenblicke, wo die Platten bei a in Berührung gesetzt werden, die Wirkung des galvanischen Stroms durch ein stechendes oder prickelndes Gefühl an der Zunge bemerkbar. — Die Entdeckung eines ununterbrochen andauernden Stroms, der nur durch galvanische und nie durch Reibungs-Elektricität hervorgebracht werden kann, war der Ausgangspunkt für eine lange Reihe neuer Erfindungen, unter denen die Galvanoplastik und die elektrische Telegraphie die praktisch wichtigsten sind.

Nicht bloß Metalle werden durch Berührung elektrisch. Beim Eintauchen einer Metallplatte in eine Salzauflösung oder überhaupt in eine gesäuerte Flüssigkeit ist ebenfalls eine elektrische Erregung zu bemerken, wenn auch in schwächerem Grade. Wird eine Kupferplatte und eine Zinkplatte in eine solche Flüssigkeit getaucht, und bringt man dann die aus der Flüssigkeit hervorragenden Enden beider Platten in Berührung außerhalb der Flüssigkeit, so tritt die galvanische Erregung unter Mitwirkung der Säure noch stärker hervor, als bei dem ersten Volta'schen Versuche. Ja es bedarf dann nicht einmal einer unmittelbaren Berührung der Platten; es reicht hin, wenn beide Platten durch einen leitenden Metalldraht verbunden werden, wie es die nachstehende Figur 2

Fig. 2.



zeigt, in welcher die Platten und das Gefäß mit Flüssigkeit nur im Durchschnitt angedeutet sind. Die Strömung der positiven Elektricität geht dann vom Zink durch die Flüssigkeit hindurch zum Kupfer, und von dort aus weiter durch den Draht D zum Zink zurück. *) Dabei ist es gleichgiltig, wie lang der Draht ist, wenn er nur nirgends eine Unterbrechung erleidet.

Die angegebene Zusammenstellung einer Zinkplatte, einer Kupferplatte und einer Säure heißt ein galvanisches Element. Die Form dieser Zusammenstellung kann manchfaltig abgeändert werden. Man sieht z. B. sogleich ein, daß man ein galvanisches Element vor sich hat, wenn man (wie es häufig geschieht) in ein cylindrisches Gefäß aus Kupfer verdünnte Schwefelsäure gießt, ein cylindrisch gebogenes Zinkblech so in das Innere stellt oder hängt, daß es weder den Boden noch die Wand des Gefäßes unmittelbar berührt, und dann einen Kupferdraht mit seinen beiden Enden am Gefäßrand und am Zinkrande anlöthet oder festklemmt. Auch in der Wahl der beiden Hauptkörper eines Elements lassen sich verschiedene Abänderungen vornehmen; man kann das Kupfer mit Platinblech oder auch mit einem Kohlencylinder vertauschen. Die chemische Einwirkung der Säure auf die Metalle veranlaßt ein baldiges Anlaufen (Oxydiren) derselben, welches, wenn es fortschreitet, die galvanische Erregung mehr und mehr schwächt. Man hat Mittel gefunden, diesem Nachtheil durch zweckmäßige Construction des Elements vorzubeugen; diese Mittel müssen aber hier übergangen werden, da der gegenwärtige Aufsatz in das eigentlich Physikalische der Sache nicht tiefer eingehen darf, als es das Verständniß der Grunderscheinungen unumgänglich fordert. **)

---

*) Eigentlich cirkulirt gleichzeitig ein zweiter Strom, nämlich der der negativen Elektricität, welche in der entgegengesetzten Richtung des ersten vom Kupfer durch die Flüssigkeit zum Zink und sofort durch den Draht weiter geht. Man ist aber gewohnt, der leichteren Uebersicht wegen immer nur einen dieser Ströme (den positiven) in Betracht zu ziehen; und so wird es auch hier in der Folge stets gehalten werden.

**) Die Construction eines Daniell'schen Elements mag in Kürze angegeben werden (doch ohne Erklärung der dabei auftretenden chemischen



Die Stärke des galvanischen Stroms hängt von der Größe der angewandten Metallflächen ab. Sie kann aber hauptsächlich gesteigert werden durch Verbindung mehrerer Elemente unter sich. Eine solche Verbindung wird dadurch hergestellt, daß man nicht die beiden Metalle eines und desselben Elements mit einander in leitende Verbindung setzt, sondern vielmehr das Zink des ersten Elements mit dem Kupfer des zweiten durch ein beiderseits angeheftetes Drahtstück oder Blechstreifchen verbindet, ebenso das Zink des zweiten Elements mit dem Kupfer des dritten u. s. f. Dabei sind also noch das Kupfer des ersten und das Zink des letzten Elements frei geblieben. Läßt man von jenem und von diesem je einen Kupferdraht ausgehen und bringt zuletzt die freien Enden dieser beiden Drähte in Berührung mit einander, so entsteht im Augenblick der Berührung ein starker Strom, der so lange andauert, als die Drähte in Berührung bleiben, aber augenblicklich aufhört (unterbrochen wird), sobald die Drähte außer Zusammenhang gesetzt werden. Die Gesammtheit der so verbundenen Elemente (deren gewöhnlich für telegraphische Zwecke 6—8, manchmal auch bloß 4 genommen werden, und die man meist in ein Holzkästchen neben einander stellt) bildet eine galvanische Batterie. (Fig. 3.) Die Ausgangspunkte der Hauptdrähte am Kupfer des ersten und am Zink des letzten Elements heißen die Pole der Batterie (Kupferpol oder positiver Pol; Zinkpol oder negativer Pol); jene Drähte selbst sollen künftig die Poldrähte genannt werden.

Wechselwirkungen), weil solche Elemente bei mehreren Telegraphen, z. B. in Württemberg, im Gebrauch sind. In einem Glasgefäße steht ein mit sehr verdünnter Schwefelsäure gefüllter Becher aus porösem Thon; der Raum zwischen der äußern Wand des Thonbechers und der innern Wand des Glasgefäßes ist mit einer Lösung von Kupfervitriol gefüllt; in diesen Raum wird zugleich ein cylindrisch gebogenes Kupferblech gestellt, während in der schwachen Säure des Thonbechers ein Zinkcylinder steht. Außerdem werden in die Vitriollösung noch überschüssige Stücke ungelösten Kupfervitriols geworfen, welche gewissermaßen zur Reserve dienen und nach und nach ebenfalls aufgelöst werden. Ein solches Element wirkt ziemlich lange ungeschwächt fort.

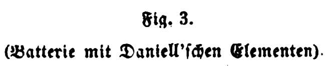
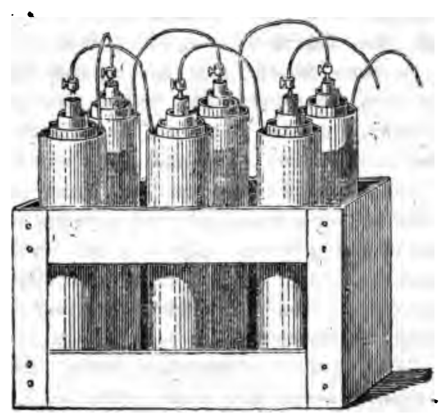


Fig. 3.

(Batterie mit Daniell'schen Elementen).



Ist es durch vorstehende Auseinandersetzung gelungen, dem Leser (insofern er nicht etwa schon physikalische Kenntnisse mitbringt) einen Begriff vom Wesen des galvanischen Stroms zu geben, so hat derselbe schon einen Hauptfactor des Telegraphirens erkannt, und tröstet sich vielleicht dadurch über die Verzögerung in der Erklärung der telegraphischen Apparate. Allein er muß mit dem Verfasser dieses Aufsatzes noch einen kleinen Schritt weiter auf physikalischem Gebiete thun, ehe es möglich sein wird, das Räthsel der gedankenschnellen Fernschrift zu lösen.

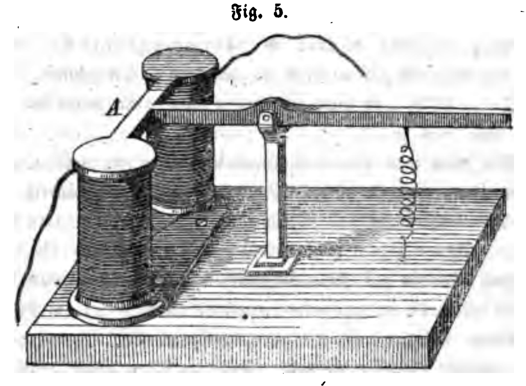
Der dänische Physiker Oerstedt beobachtete im Jahre 1820, daß eine Magnetnadel aus ihrer gewöhnlichen Richtung (von Süd nach Nord) plötzlich abgelenkt wird, wenn in einem an ihr vorübergeführten Drahte ein galvanischer Strom circulirt, daß sie aber alsbald ihre normale Lage wieder erlangt, sobald der Strom im Drahte aufhört. Durch diese Beobachtung wurde die physikalische Welt auf einen bisher unbekannten Zusammenhang zwischen Elektricität und Magnetismus aufmerksam gemacht, und ein neues Feld

für Untersuchungen und Experimente war eröffnet. Namentlich tauchte sogleich der Gedanke auf, daß man sich nunmehr eines neuen Communicationsmittels bemächtigt habe; denn schon im nämlichen Jahre 1820, unmittelbar nach dem Bekanntwerden der neuen Entdeckung, schrieb der Franzose Ampère: „Mittelst eben so vieler Mangnetnadeln und Führungsdrähte, als es Buchstaben gibt, und mit Hülfe einer an einem entfernten Orte aufgestellten galvanischen Batterie, deren Pole man nach einander mit den Enden der Führungsdrähte verbindet, kann man, indem jede Nadel ein besonderes Zeichen trägt, einen Telegraphen herstellen, durch welchen man einer mit Beobachtung der Nadeln beauftragten Person alle möglichen Mittheilungen zu machen im Stande ist.“ Gauß in Göttingen begnügte sich mit einer Magnetnadel, welche dadurch verschiedene Zeichen gab, daß sie einmal rechts, ein anderes Mal links abgelenkt würde, oder zwei, dreimal hintereinander nach der einen oder andern Richtung abwich. In Verbindung mit Weber stellte Gauß 1833 den ersten eigentlichen Telegraphen her, freilich zunächst bloß für wissenschaftliche Zwecke und noch auf eine geringe Entfernung, denn der Telegraph wirkte nur von der Göttinger Sternwarte bis zum physikalischen Cabinet der Universität. (Zwischen diesen beiden Gebäuden waren über die Häuser der Stadt hinweg zwei Drähte gespannt; im physikalischen Cabinet stand der Magnet, auf der Sternwarte die Batterie, deren Strom durch jene Drähte dem Magnet zugeführt wurden.)

Von da ab nahm vor allen Andern Steinheil den Gauß'schen Gedanken in die Hand, um ihn mit Scharfsinn und Umsicht fortzubilden und wahrhaft praktisch zu machen. Durch ihn, später durch Wheatstone und Bain in England, wurden äußerst sinnreiche telegraphische Vorrichtungen ersonnen und auch auf größeren Strecken ausgeführt. Solche Apparate, gegründet auf das Abweichen einer Magnetnadel (wobei nach Steinheil's Idee die Endpunkte derselben an Glöckchen schlugen oder mit einer dort angebrachten Spitze Eindrücke in Papier machten), heißen Nadeltelegraphen; sie sind aber (auf dem Continent wenigstens) größtentheils wieder außer

weder sich selbst untereinander, noch das Eisen unmittelbar berühren; man muß deßhalb den Draht überall isoliren, d. h. zwischen ihn und das Eisen oder zwischen die einzelnen Umläufe des Drahts selbst einen Körper einschieben, welcher die Elektricität nicht leitet, und dieß geschieht am einfachsten dadurch, daß man den Draht dicht und sorgfältig mit Seide überspinnt. Endlich ist die im Eisen erweckte magnetische Kraft um so stärker, je öfter der galvanische Strom das Eisen umkreist, d. i. je zahlreicher die Windungen des Drahtes sind. Man benützt deßhalb zur Umwickelung dünnen Draht, dessen Enden mit den Enden des dickeren, zur sonstigen Leitung des Stroms bestimmten Drahtes verbunden werden, so daß der dünne Umwickelungsdraht nur wie zwischen den Leitungsdraht eingeschaltet erscheint. Auch geht man (namentlich für telegraphische Zwecke) häufig von der ursprünglichen Hufeisenform des Eisenkerns ab und nimmt dafür zwei eiserne Cylinder, deren Grundflächen auf einer gemeinsamen Eisenplatte festsitzen, wie dieß Fig. 5

Fig. 5.



zeigt. Der brillenförmig gestaltete Anker A liegt dann oben auf den Cylindern auf, und der Verbindungsarm seiner beiden Plättchen kann (wie dieß bei später zu beschreibenden Appraaten mehrmals vorkommen wird) mit einem horizontalen Hebelarm in Verbindung

gesetzt werden, so daß dieser Hebelarm niedergezogen wird, sobald die Eisencylinder magnetisch wirken, während beim Aufhören des Magnetismus der Hebel durch eine Feder zurückgezogen wird.

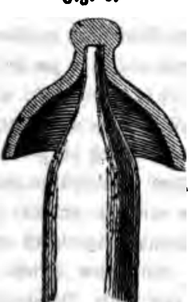
Nunmehr sind wir an dem Punkte angelangt, wo von den heutigen Telegraphen gesprochen werden kann. Man denke sich z. B. in Stuttgart eine kräftige galvanische Batterie aufgestellt, vom Kupferpol derselben einen Draht auf irgend eine Weise bis nach Ulm ununterbrochen fortgeführt und in Ulm an das eine Ende des Umwickelungsdrahts von einem Elektromagneten angeknüpft, dem man einen beweglichen Anker ziemlich nahe gebracht hat; an das zweite Ende der Umwickelung knüpft sich ein anderer Draht, welcher nach Stuttgart zurückläuft. Wird dieser zurückkehrende Draht mit dem Zinkpol der Batterie in Verbindung gesetzt, so zieht der Elektromagnet in Ulm seinen Anker an; entfernt man den Draht wieder vom Zinkpol, so läßt der Magnet seinen Anker los. Dadurch ist also die Möglichkeit gewonnen, von Stuttgart nach Ulm ein Zeichen zu geben; und zwar erfolgt in Ulm die Wirkung der in Stuttgart vorgenommenen Verbindung zwischen Batterie und Draht im Augenblicke dieser Verbindung selbst; denn die Fortpflanzung des galvanischen Stromes ist so blitzschnell, daß man eine Zeit dafür gar nicht angeben kann, auch wenn die Entfernung sehr groß ist.

Wie man nun das oben angedeutete einfache Zeichen zu einer ganzen Zeichensprache ausgebildet hat, soll später erläutert werden. Zunächst wollen wir bei Betrachtung der Drahtleitung stehen bleiben. Aus Obigem geht hervor, daß die Leitung für den galvanischen Strom zur Ausgangsstation zurückkehren muß, da der Strom selbst erst erzeugt oder hergestellt wird, wenn die Enden der lückenlosen Leitung mit den beiden Polen der Batterie in Zusammenhang gebracht werden. In der That hatte man früher immer die beiden vorhin erwähnten Drähte (den einen für den Hinweg nach der Empfangsstation, den andern für den Rückweg) nöthig. Denkt man sich aber aus dem zweiten Draht irgendwo ein Stück ausgeschnitten und die Lücke durch irgend einen andern

Elektricitätsleiter ausgefüllt, so wird dieß in der Wirksamkeit des ganzen Apparats nichts ändern. Dadurch wurde Steinheil auf den Gedanken geführt, den Erdboden selbst, der überall feucht genug ist um einen Leiter abzugeben, statt des zweiten Drahts zu benützen; und Versuche ergaben, daß diese kühne Idee praktisch ausführbar sei. Seitdem braucht man nur einen vollständigen Leitungsdraht zwischen beiden Stationen. Vom zweiten Draht ist gleichsam nur noch das Anfangsstück und das Endstück vorhanden. Von der Batterie nämlich wird ein Stück Draht bis in das nächste beste größere Wasserbehältniß (einen Teich, einen Brunnen, einen Wassergraben rc.) geführt und an eine dort hinein versenkte Kupferplatte angelöthet; das Nämliche geschieht auf der zweiten Station mit einem andern Drahtstück, welches von der Umwicklungsspirale des Elektromagneten ausgeht; zwischen beiden Kupferplatten (man nennt sie die Erdplatten) fehlt also ein Stück, welches nahezu eben so lang ist als die Entfernung beider Stationen; dieses Stück aber wird ersetzt durch die Feuchtigkeit, welche den Erdboden durchzieht, und das eine Wasserreservoir mit dem andern (oder die eine Erdplatte mit der andern) in leitende Verbindung setzt. — Gerade die leitende Eigenschaft der feuchten Erde weist andererseits darauf hin, den ersten Draht (den ununterbrochenen Leitungsdraht) überall von einer Berührung mit dem Erdboden abzuhalten, oder ihn zu isoliren; denn außerdem würde der galvanische Strom vom Drahte aus ganz oder theilweise in benachbarte Leiter übergehen und durch die Erde zur Platte der Ausgangsstation zurückkehren, also die Empfangsstation gar nicht oder höchst abgeschwächt erreichen. Die Isolirung wird auf zweierlei Art bewerkstelligt, je nachdem man den Leitungsdraht unterirdisch oder oberirdisch führt. Im ersten Falle wird der Draht, ehe man ihn in die Erde gräbt, mit einer Hülle von Gutta-Percha überzogen, einem Stoffe, welcher weder der Elektricität noch der Nässe den Durchgang gestattet. Im zweiten Falle ist der Draht von hölzernen Stangen, 15—20 Fuß hoch, frei in der Luft getragen. Hiebei ist nur an den Stellen, wo der Draht auf der Stange aufliegt, eine Iso-

lirung nöthig. Früher begnügte man sich, in das obere Ende der Stange einen verticalen Spalt einzusägen, diesen Spalt, durch welchen der Draht lief, mit Kautschuk oder Gutta-Percha auszufüttern und darüber, zum Schutze vor dem Regen, ein kleines Blechdach anzubringen. Diese Art der Isolirung erwies sich als nicht ganz genügend. Heutzutage setzt man gewöhnlich auf die Spitze der Stange (oder auf einen seitwärts an sie angesetzten eisernen Arm) eine Glocke von Glas, Thon oder Porcellan, und wickelt den Draht um den Knopf dieser Glocke oder legt ihn in eine Kerbe des Knopfs. (In der Figur 6 ist die Glocke als vertical durchschnitten

Fig. 6.



gedacht und nur die eine Hälfte gezeichnet, damit man die Art des Aufsetzens auf die zugespitzte Stange sieht). Beim Regen tröpfelt das Wasser am Rande der Glocke ab und kann keine leitende Verbindung mit der Stange selbst herbeiführen. — Die unterirdische Leitung ist bei den Staatstelegraphen Preußens, Italiens 2c. in Anwendung; die oberirdische (Luftleitung) in den übrigen östreichischen Landen, in Bayern, Württemberg, England, den amerikanischen Staaten 2c. Läuft die Luftleitung eine Eisenbahn entlang und hat sie dabei einen Tunnel zu passiren, so wird innerhalb des Tunnels ein an der Wand fortgeführter Guttapercha-Schlauch ohne Anwendung von Stangen benützt. Ebenso greift man zur Guttapercha, wenn die Leitung einen Fluß kreuzt. Man legt dann den Draht unter das

Wasser, und der Guttapercha-Mantel gewährt dabei hinreichenden Schutz. Endlich ist auch bei der aus den Zeitungen bekannten unterseeischen Leitung zwischen Dover und Calais ein auf den Meeresgrund versenktes Guttapercha-Seil benützt, in dessen Innerem der Leitungsdraht liegt. (Zu größerer Sicherheit enthält dieses Seil vier von einander unabhängige Drähte, so daß selbst dann die Leitung nicht unterbrochen wird, wenn etwa durch Beschädigung des Seiles an einer Stelle Wasser zu dem einen der Drähte dringen und diesen unbrauchbar machen sollte.) Aehnlich verhält sich's mit der telegraphischen Verbindung zwischen England und Irland, an deren Herstellung gegenwärtig gearbeitet wird.

Etwas schwieriger als die Einsicht in die Leitung des Stroms ist das Verständniß derjenigen Apparate, mittels deren die telegraphische Schrift ermöglicht wird. Die Reihe der hiezu vorgeschlagenen, zum Theil auch zur Anwendung gebrachten Vorrichtungen ist groß, und es liegt in diesen verschiedenen Systemen eine solche Summe menschlichen Scharfsinns, daß der Mann der Wissenschaft sie immer noch mit hohem Interesse betrachtet, wenn gleich die Praxis sie zum Theil bereits wieder vergessen hat. Ueber sie alle siegten die Zeigertelegraphen, ursprünglich von dem Engländer Wheatstone (1840) erfunden, dann von ihm und Andern in rascher Stufenfolge verbessert. Kaum aber schienen diese Telegraphen in ihrer Oberherrschaft befestigt, als der Schreibtelegraph, der in Amerika von Morse im nämlichen Jahre 1840 ausgeführt, in Europa jedoch anfangs wenig beachtet worden war, so wesentliche Fortschritte zur Vervollkommnung machte, daß er nun seinerseits die Zeigertelegraphen in Schatten zu stellen anfing. Nur von diesen beiden Hauptgattungen der Telegraphen soll etwas ausführlicher hier die Rede sein. In England sind zwar die Nadeltelegraphen (als die einfachsten von allen, wenn auch nicht die vollkommensten) noch an den Eisenbahnen im Gebrauch; man findet sie dort sogar in größern Fabrikgebäuden, Gasthöfen ꝛc., zur Herstellung einer Correspondenz zwischen entlegenen Räumen des Hauses. Für einen deutschen Leser aber haben

sie kein unmittelbares Interesse. Für diesen wird die Bemerkung genügen, daß man sich in der Regel zweier Nadeln bedient, um eine größere Zahl von Zeichen zu erhalten. Zuckt z. B. die erste Nadel einmal rechts und dann zweimal links, so bedeutet dieß einen andern Buchstaben, als wenn die zweite Nadel die nämlichen Bewegungen macht. Das Mittel zur vorübergehenden Unterbrechung der Drahtleitung (und also des galvanischen Stromes selbst) besteht meist im Niederdrücken eines Knopfs oder einer Taste, welche beim Aufhören des Drucks durch eine Feder wieder in ihre alte Lage gebracht wird.

Die Zeigertelegraphen.

Einen Zeigertelegraphen nach neuester, complicirter Construction einem Laien, der keine weiteren Vorkenntnisse mitbringt, zu beschreiben, würde, wenn nicht unmöglich, doch höchst umständlich und ermüdend sein. Dagegen läßt sich die ursprüngliche Form, in welcher Wheatstone den Apparat zuerst herstellte, leicht verdeutlichen; und ist diese Form einmal verstanden, so können die nöthigen Erklärungen über spätere Verbesserungen daran angeknüpft werden.

In der beifolgenden Zeichnung hat man sich den links stehenden Theil (Fig. 7) auf derjenigen Station zu denken, von welcher aus eine Nachricht gegeben werden will; der rechtsstehende Theil (Fig. 8) befindet sich auf der Empfangsstation, so daß die punktirten Stücke der verbindenden Drähte vielleicht meilenweite Strecken andeuten können. Betrachten wir zuerst den Apparat auf der Empfangsstation, welcher der Indicator heißt. Man erblickt dort sogleich einen auf einer hölzernen Unterlage ruhenden Elektromagnet. Der Anker desselben ist ein Eisenplättchen, welches sich um ein Charnier drehen kann, das in der Holzunterlage liegt. Am Anker sitzt ein emporgerichteter Arm fest, dessen oberes Ende einen horizontalen Querstab trägt. Der Querstab liegt parallel mit der Scheibe S. An seinen Enden r, s ragen Stifte hervor, welche senkrecht gegen die Ebene der Scheibe gerichtet sind. Bewegt



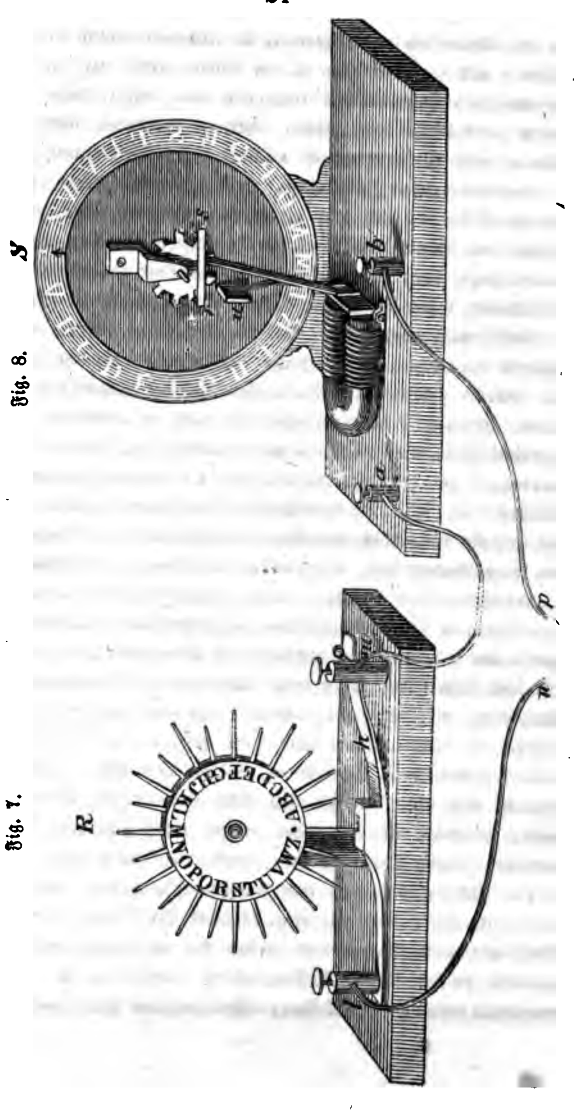


Fig. 7.

Fig. 8.

sich der Anker um sein Charnier, so sieht man leicht ein, wie die Stifte r und s abwechselnd in die Lücken eines mit der Scheibe concentrischen Zahnrädchens eingreifen und hiebei dieses Rädchen (durch Fortschieben der Zähne) ruckweise umdrehen können. Die Scheibe selbst ist unbeweglich. Durch ihren Mittelpunkt geht die Axe des beweglichen Zahnrades, welche mit dem Rade selbst aus **einem** Stück ist, sich also gleichzeitig mit dem Rade dreht und jenseits der Scheibe einen an sie befestigten **Zeiger** mitnimmt. Dieser Zeiger liegt ganz auf der vom Beschauer abgewendeten Seite der Scheibe, wäre also in der Figur nicht sichtbar; nur seine Spitze ist pfeilförmig angedeutet, wie sie erscheinen würde, wenn die Scheibe durchsichtig wäre; ebenso hat man sich die um den Rand der Scheibe geschriebenen Buchstaben auf der jenseitigen (unsichtbaren) Seite zu denken (weßhalb sie auch in verkehrter Stellung gezeichnet sind, wie sie sich auf einer transparenten Scheibe darstellen würden). Im Vordergrunde des Gestells bemerkt man zwei kleine Säulen a, b. Sie sind von Messing und stehen mit den unterhalb des Gestells sich fortsetzenden Umwicklungsdrähten des Elektromagneten so in Verbindung, daß das eine Drahtende des Magneten nach a, das andere nach b geht. (Diese Drahtenden sind in der Figur unsichtbar; sie sind innerhalb des Holzgestells an die Füße der Säulchen a und b befestigt und müssen durch Umspinnung mit Seide isolirt sein, damit unterwegs keine Ableitung der Elektricität an die Umgebung möglich werde.) Von b aus entspringt ein Draht bp, welcher die Säule b mit dem einen Pole der auf der Ausgangsstation befindlichen Batterie in Verbindung setzt. Dieser Draht braucht aber nicht wirklich von einer Station zur andern zu reichen; vielmehr wird (auf die früher beschriebene Weise) der bei weitem längste Theil desselben durch die feuchte Erde vertreten. Lassen wir uns nun von ihm zur Ausgangsstation führen. Der dort aufgestellte Apparat (Fig. 7) heißt der **Communicator**. Auf dieser Station geht vom zweiten Pol der Batterie ein Draht nl zunächst in die kleine Messingsäule l. Diese sitzt auf einem sich federnden Hebel h aus Messing, dessen vorderes Ende vermöge seiner

Elasticität aufwärts strebt und sich von selbst an einen Metallstift von unten her andrückt, der seitlich aus einer zweiten Messingsäule m hervorragt. Zwischen dieser Säule m und der auf der Empfangsstation befindlichen Säule a verläuft (beide Säulen verbindend) der Leitungsdraht (nämlich derjenige Draht, der bei oberirdischer Leitung über die zwischen den Stationen eingepflanzten Tragstangen gespannt ist). — Man vergegenwärtige sich jetzt den Lauf des galvanischen Stroms. Er geht von der Batterie durch den Draht nl, die Messingsäule l und den metallenen Hebel nach dem Stifte der Säule m (da dieser Stift mit dem ihn berührenden Hebel in leitender Verbindung ist), setzt sich durch den Draht ma nach der Empfangsstation fort, geht dort durch den Umwicklungsdraht des Elektromagneten, und kehrt auf dem Wege bp nach der Batterie der Ausgangsstation zurück. Der Magnet ist also in Wirksamkeit, hat seinen Anker angezogen und mithin den am Anker befestigten Rechen (d. i. den oben beschriebenen Arm mit seinem Querstab und dessen Stiften) aufgerichtet. Wird aber das Ende des Messinghebels bei m niedergedrückt, so daß die Berührung zwischen dem Hebel und dem Stifte aufhört, so besteht keine fortlaufende Leitung mehr; der Strom ist unterbrochen, d. h. er findet gar nicht mehr statt; der Elektromagnet, der nunmehr plötzlich aufgehört hat magnetisch zu sein, läßt seinen Anker los; der Rechen sinkt nach rechts, und diese Bewegung wird durch eine Feder bestärkt, welche (wie die Figur zeigt) am untern Theile der Scheibe (bei u) so befestigt ist, daß sich ihr freies Ende gegen den Rechen anlegt. Dabei drückt der Stift r des Rechens einen Zahn des Rädchens, in dessen Lücke er eingreift, abwärts. Läßt man dagegen auf der Ausgangsstation den Hebel wieder frei, so stellt sich augenblicklich der Strom wieder her; der Elektromagnet wirkt, der Rechen richtet sich auf, und der Stift s schiebt (wie man aus der Gestalt der Radzähne leicht sieht) einen Zahn nach oben, dreht mithin das Rädchen einen Schritt weiter in dem nämlichen Sinne um, in welchem vorhin der Stift r auf eine Drehung hinwirkte. Daraus folgt, daß durch abwechselndes Niederdrücken und Loslassen

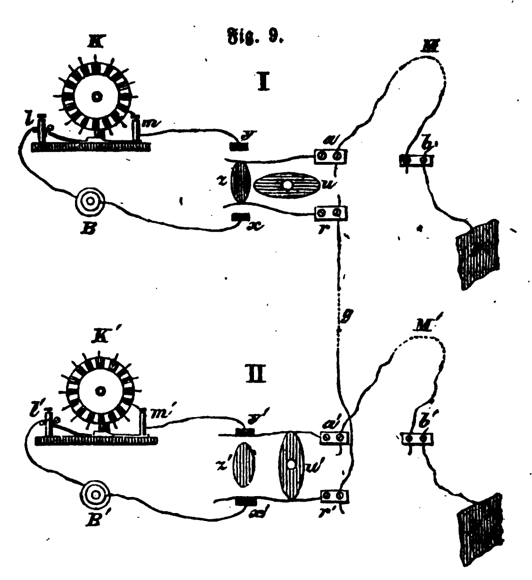
des Hebels h nach und nach der Zeiger der Scheibe S die auf dem Rande des Letztern verzeichneten Buchstaben durchläuft. Das Niederdrücken des Hebels h aber geschieht nicht mit der Hand, sondern mit Hülfe des sternförmigen Rades R, an welchem man ebenfalls die Buchstaben des Alphabets umgeschrieben sieht. Die Strahlen dieses Rades sind abwechselnd kurz und lang. Die kurzen Strahlen erreichen bei Umdrehung des Rades den Hebel h nicht; die längern aber haben eine solche Länge, daß sie, wenn sie über den Hebel hinstreifen, diesen niederdrücken und also eine Unterbrechung des Stroms hervorrufen. In der Figur steht eben derjenige längere Strahl auf dem Hebel auf, dessen Stelle mit keinem Buchstaben, sondern mit einem Punkte bezeichnet ist. Diese Stellung hat das Rad immer vor und nach dem Telegraphiren; und wenn der ganze Apparat in gehöriger Ordnung ist, muß dann auch auf der Empfangsstation der Zeiger auf den Punkt der Scheibe S weisen (wie es in der Figur bemerklich ist). Der Strom ist unterbrochen. Dreht man jetzt R so, daß der (kurze) Strahl A über den Hebel zu stehen kommt, so ist der Strom hergestellt und der Zeiger des Indicators rückt auf den Buchstaben A der Scheibe S. Eine zweite Rückung, welche den Strahl B auf den Hebel bringt, unterbricht den Strom; der Zeiger der Scheibe S springt auf B; und so muß der Zeiger immer schrittweise dem Gange des Rades R folgen. Gesetzt, man wolle das Wort „aber“ telegraphiren. Wie man die Buchstaben A und B mittheilt, haben wir eben gesehen; nur hat der Telegraphist, ehe er von A auf B übergeht, eine kleine Pause zu machen, damit der Beobachter auf der Empfangsstation sicher folgen könne. Um nun den Buchstaben E anzugeben, wird das Rad R rasch so weit gedreht, daß der Strahl E auf den Hebel trifft; der Zeiger springt dann ebenfalls rasch über die Buchstaben C, D hinweg und verweilt auf E; und eben durch das rasche Ueberspringen der Zwischenbuchstaben sieht der Beobachter, daß diese nicht gelten, sondern derjenige, auf welchem der Zeiger kurze Zeit still steht. Auf ähnliche Weise ergibt sich der letzte Buchstabe R des gewählten Wortes. — Damit der Beobachter auf der Empfangs-

station aufmerksam gemacht werde, daß man ihm eine Mittheilung machen will, wird dort eine Lärmvorrichtung angebracht, welche ganz die Einrichtung des Weckers an einer Uhr hat. Bei einem solchen Wecker wird bekanntlich durch das Uhrwerk zur rechten Zeit eine Sperrung ausgelöst, welche bis dahin ein durch ein Gewicht zum Umlauf veranlaßtes Rad festhielt, und in Folge des nun ermöglichten Umlaufs kommt das Läutwerk des Weckers in Gang. Man denke sich auf dem Rade R außer den Buchstaben noch ein Zeichen eingeschaltet, welches das Lärmsignal bedeutet. Stellt man den zugehörigen Strahl auf den Hebel, so wird der Zeiger (oder ein besonderer am Zahnrädchen der Scheibe S angebrachter Arm) eine entsprechende Stelle einnehmen und kann dabei auf eine kleine Hebelvorrichtung drücken, welche das Auslösen des Weckers vollbringt.

Nachdem bisher immer zwischen einer Ausgangsstation und einer Empfangsstation unterschieden worden ist, drängt sich vielleicht dem Leser die Frage auf, wie man von der letztern Station zur erstern zurücktelegraphiren könne? Ein Mittel, auf welches der Leser von selbst verfällt, würde darin bestehen, daß jede Station zwei Apparate erhält, einen Communicator und einen Indicator, und daß zwei vollständige, von einander unabhängige Drahtleitungen mit gesonderten Batterien (je von einem Communicator zum Indicator der andern Station) hergestellt werden. Mit der Verdoppelung der Apparate hat es allerdings seine Richtigkeit. Die Verdoppelung der Drahtleitung aber müßte mancherlei Schwierigkeiten und beträchtliche Steigerung der Anlagekosten erzeugen. Man war deßhalb auf Mittel bedacht, den Doppelzweck mit einem Hauptstrom zu erreichen, so daß die schon vorhandene Leitung (theils in dem durch die Luft geführten Draht, theils in der feuchten Erde) genügt. Solcher Mittel hat man mehrere erfunden, von denen hier dasjenige angegeben werden soll, welches sich am leichtesten erklären läßt.

In der beifolgenden Zeichnung Fig. 9 (welche nur eine symbolische oder auf bloße Andeutungen ausgehende ist und namentlich auf die Einhaltung der wahren Verhältnisse zwischen den Größen der

Fig. 9.



einzelnen Theile verzichtet) sind durch die Zahlen I und II die l
den Stationen angezeigt. Auf jeder Station sind die gleic
Apparate und Nebeneinrichtungen mit den gleichen Buchstaben
zeichnet, nur daß an den Buchstaben der zweiten Station Acce
stehen. B bedeutet die Batterie, K den Communicator, M die St
des zum Indicator gehörigen Elektromagneten, P die in's Wa
versenkte Metallplatte, g den Leitungsdraht zwischen beiden S
tionen; a, b, r sind kleine Metallkörper, an denen einerseits
Enden des Leitungsdrahts und der um den Magnet gewunde
Drähte angeschraubt sind. Zugleich aber gehen von a und b M
tallfedern aus, welche sich, wenn sie sich selbst überlassen b
ben, an einen Metallknopf z anlegen (wie es in der Fig. auf
Station I der Fall ist). Ferner sind x, y Metallvorsprünge, ge
welche diese Federn sich anlegen, wenn man sie zu einer Ver
derung ihrer natürlichen Lage zwingt. Die Lagenveränderung w

hervorgebracht durch das Drehen einer länglichen Scheibe u', welche um eine feste Axe beweglich ist und (zum Behufe der Umdrehung) einen in der Figur weggelassenen kurbelähnlichen Handgriff hat. Auf der Station I liegt die Scheibe so, daß sie die Federn nicht erreicht; auf der Station II ist sie gedreht und hat die Federn aus der Berührung mit z' in Berührung mit x'; y' gebracht. Die Scheibe ist aus einem Stoffe gearbeitet, welcher die Elektricität nicht leitet (gewöhnlich aus Elfenbein). — In der Figur steht Alles so, daß man von der Station II nach der Station I telegraphiren kann, nicht aber umgekehrt. Der galvanische Strom, immer der ununterbrochenen, metallischen Leitung folgend, nimmt nämlich jetzt, wie die Zeichnung lehrt, den Weg B' x' r' g r z a b P P' b' a' y' m' l' B', vorausgesetzt daß der elastische Hebel des Communicators K' an seinem Stifte anliegt (vgl. Fig. 7); außerdem wäre gar kein Strom vorhanden. Ist die von II nach I zu sendende Depesche zu Ende, so stellt der Telegraphist auf der Station II seine Scheibe u' parallel mit den zugehörigen Federn, so daß diese in ihre natürliche Lage (den Knopf z' berührend) zurückkehren. Soll nun von der Station I eine Antwort nach der Station II zurückgehen, so treibt der Telegraphist der ersten Station durch Drehung der Scheibe u die ihr benachbarten Federn gegen x und y. Beide Stationen haben dann ihre Rollen vollständig gegen einander ausgetauscht. — Man sieht, daß durch die Bewegung der Scheiben u und u' der Strom gleichsam von einem Geleise in ein anderes (fast wie es mit den Schienen einer Eisenbahn beim Weichenziehen geschieht) geleitet wird. Bei dem in der Figur angenommenen Stand der Sachen ist der Communicator der Station I aus der Bahn des Stroms ausgeschlossen. Wird auch die Scheibe u' in die Stellung von u gebracht, so kann nach keiner Richtung hin ein Strom circuliren, und diese Stellung gibt man beiden Scheiben, wenn der Telegraph nicht zu arbeiten hat.

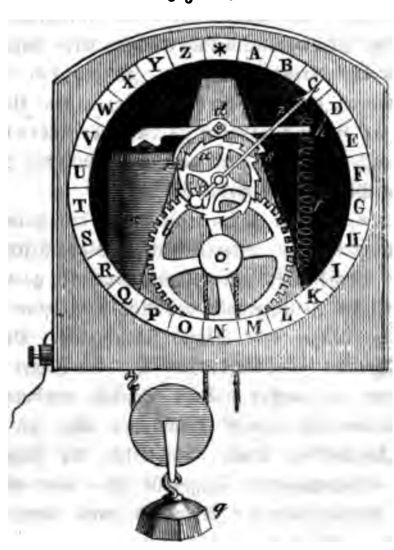
In der oben beschriebenen Form ist der Wheatstone'sche Zeigertelegraph an einigen englischen Eisenbahnen noch im Gebrauch. Es ist aber schon gesagt worden, daß die Zeigertelegraphen in

neuerer Zeit vielfache verbessernde Abänderungen erfahren haben. Solche Verbesserungen wurden theils von Wheatstone selbst, theils von Deutschen (Siemens, Halske und Kramer in Preußen, Stöhrer in Leipzig, Geiger in Stuttgart und Anderen) ausgeführt. Bei neueren Zeigertelegraphen ist die Drehung des Rades R (welches dann eine andere Gestalt erhält) einem durch ein Gewicht getriebenen Laufwerke übergeben, so zwar, daß man nur auf einen mit dem betreffenden Buchstaben versehenen Knopf zu drücken braucht, um das Rad in derjenigen Stellung anzuhalten, welche man braucht. Von der veränderten Gestalt des Rades R erhält man einen Begriff, wenn man sich die längern und kürzern Strahlen ganz hinwegdenkt, und sich nur eine Messingscheibe vorstellt, an deren Rand in gleichen Abständen Elfenbeinplättchen (also Plättchen aus einer nicht leitenden Substanz) eingelassen sind. Der eine Poldraht bleibt in beständiger Verbindung mit dem Metall der Scheibe. Der zweite Poldraht legt sich (durch Vermittelung eines federnden Ansatzes) an den Rand der Scheibe an, so daß er während der Umdrehung der Scheibe abwechselnd mit einem Elfenbeinplättchen und dann mit der zwischenliegenden Messingfläche in Berührung kommt. Hiedurch wird offenbar in stetem Wechsel der Strom unterbrochen und wieder hergestellt. — Auch hat man zur Bewegung des Zeigers am Indicator statt des oben beschriebenen Rechens andere (vervollkommnete) Mechanismen ausgedacht.

Von diesen Verbesserungen wird die folgende Beschreibung eines der neueren Zeigertelegraphen eine deutliche Vorstellung geben. Man denke sich unter Fig. 10. ein Kästchen, dessen Vorderwand eine Art Zifferblatt darbietet, in dem die Buchstaben des Alphabets im Kreise herum angeschrieben sind und von einem, um den Mittelpunkt beweglichen Zeiger z durchlaufen werden können. In der Zeichnung ist aber der innerhalb des Buchstabenkreises liegende Theil der Wand als hinweggenommen gedacht, damit der im Innern des Gehäuses wirkende Mechanismus sichtbar werde. Das Ganze stellt den Indicator vor. Der Zeiger z sitzt an der Axe eines gezähnten Rades a, in dessen Zähne die Enden r, s eines Hem-

mungshakens eingreifen können; der Haken ist aus einem Stück mit dem Hebel hh, der seinen Drehungspunkt d hat. Das eine Ende des Hebels dient als Anker für den Elektromagneten m,

Fig. 10.



das andere wird durch eine Spiralfeder f gehalten. Der Leser wird in diesem Hebel sogleich den schon in Fig. 5. (S. 15) abgebildeten wieder erkennen, und das dort Gesagte braucht deßhalb hier nicht wiederholt zu werden. Würden nun die Enden des Hakens rs (der sich mit dem Hebel bei abwechselndem Schließen und Unterbrechen des Stroms hin und her bewegt) die Zähne des Rädchens a schieben müssen, so hätte man im Wesentlichen wieder den alten Indicator (Fig. 8.), nur mit etwas veränderter Form, vor sich. Allein zur Umdrehung dieses Rädchens wird hier nicht mehr die elektromagnetische Kraft verschwendet, sondern der Zug eines Gewichts q benützt, welches zunächst das Rad b und dann

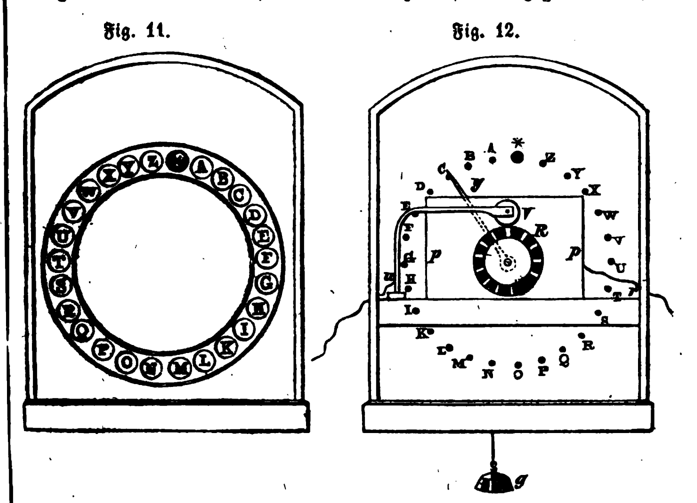
(unter Vermittelung eines an der Axe von a sitzenden, in der Figur nicht sichtbaren Getriebes, in welches die Zähne von b greifen) das Rädchen a sammt seinem Zeiger treibt; der durch den Elektromagneten bewegte Haken dient vielmehr jetzt, um der Umdrehung zeitweilig Einhalt zu thun. Wer die Einrichtung einer einfachen Wanduhr (Schwarzwälderuhr) kennt, wird durch das Obige von selbst an diese erinnert werden. In der That unterscheidet sich die Maschinerie des Indicators nur darin vom Uhrwerk, daß bei letzterem der Hemmungshaken rs durch das Pendel hin und her bewegt wird, während bei dem telegraphischen Apparate an die Stelle des Pendels der Hebel hh tritt.

Das Rad a hat 13 Zähne. Löst sich der Hemmungshaken bei r aus, so greift sein anderes Ende s alsbald jenseits wieder ein, und die Verhältnisse aller Theile sind so gearbeitet, daß während des kleinen Zeitintervalls das Rad a in seiner Umdrehung um die halbe Länge eines Zahns fortschreitet. Bis dieß Rad einen vollen Umlauf zurücklegt, hat also der Zeiger 26 Schritte oder Rückungen zu machen. Diese Schritte entsprechen den 25 im Kreise herumgeschriebenen Buchstaben und der mit einem Sternchen * bezeichneten Stelle, auf welche der Zeiger vor dem Beginn des Telegraphirens eingestellt ist. Das Rad b wird während der Unthätigkeit des Apparats durch einen Sperrhaken oder Sperrbolzen festgehalten.

Wie nun das wiederholte Unterbrechen und Wiederherstellen des galvanischen Stroms, wodurch der Zeiger z bis zu einem bestimmten Buchstaben fortgerückt werden soll, sich rasch und bequem hervorrufen läßt, wird mit Hülfe der Fig. 11 und 12 deutlich werden, welche den Communicator in zwei verschiedenen Ansichten darstellen. Fig. 11. zeigt das den Mechanismus enthaltende Gehäuse von vorn, Fig. 12. von hinten, nachdem die Rückwand hinweggenommen ist. Ein Kreis auf der Vorderwand (Fig. 11) ist durch eingebohrte Löcher in 26 gleiche Theile getheilt. Im höchsten Loche steckt ein mit einem Griff versehener (in der Figur mit * bezeichneter) Bolzen, der sich in's Innere des Gehäuses er-

streckt. Durch die 25 übrigen Löcher gehen Stifte, an deren äußeren Enden Knöpfe sitzen, und auf diesen Knöpfen stehen die Buchstaben des Alphabets der Reihe nach geschrieben. Durch einen Fingerdruck auf einen solchen Knopf läßt sich der Stift nach innen schieben; hört der Druck auf, so schiebt eine um den Stift geschlungene Spiralfeder ihn wieder heraus. Die in das Innere des Gehäuses ragenden Enden der Stifte und des Bolzens sind in Fig. 12 durch

Fig. 11. Fig. 12.



schwarze Punkte angezeigt. Durch eine innerhalb des Gehäuses aufgestellte Metallplatte pp geht, concentrisch mit dem Kreise der Stifte, die metallene Welle eines Rads R, an welcher auf der andern, gegen die Stifte gewendeten Seite ein Zeiger y befestigt ist. Die Welle (und somit auch Rad und Zeiger), welche mit jener ein Ganzes bilden) wird durch ein Gewicht g zur Umdrehung veranlaßt, kann aber dem Zuge dieses Gewichts nur dann nachgeben, wenn der Zeiger y kein Hinderniß für seinen Umlauf findet. Ein solches Hinderniß bildet vor dem Beginn des Telegraphirens der Bolzen *, gegen welchen sich der Zeiger lehnt. Wird der

Bolzen ausgezogen, so geräth Zeiger und Rad in Umschwung, denn die Stifte werden bei ihrer gewöhnlichen Stellung vom Zeiger nicht erreicht. Hat man aber, während man den Bolzen beseitigt, gleichzeitig einen der Stifte (z. B. den Stift C, wie in der Figur angenommen ist) einwärts gedrückt, so fängt dieser Stift nunmehr den Zeiger auf und bringt das Rad auf so lange zum Stillstand, bis der Stiftknopf losgelassen und dafür ein anderer Stift nach innen geschoben wird, u. s. f. So viele Stifte der Zeiger y überspringt, um von einer Ruhelage in die nächste zu gelangen, so viele Schritte macht gleichzeitig der Zeiger z des Indicators; und da beide Zeiger anfangs auf * standen, so werden auch beide immer an den gleichnamigen Buchstaben stillhalten. Der Zusammenhang zwischen den Bewegungen beider Zeiger wird nämlich auf folgende Weise erzielt. Der Rand des Rädchens R trägt 13 Elfenbeineinsätze, so daß der ganze Umfang in 26 gleiche Theile, abwechselnd leitend und nicht leitend, zerlegt ist. Mit dem Rande steht eine kleine Rolle v in Berührung, welche sammt ihrer Axe und dem sie haltenden Bügel vu (der die Metallplatte pp nirgends berühren darf und auf einem isolirenden Holzklötzchen steht) aus Metall gearbeitet ist. Von den beiden Drähten, welche die Enden der Gesammtleitung vorstellen, ist der eine an den Bügel vu, der andere an die Metallplatte pp geknüpft, welche ihrerseits mit dem Rade R (durch Vermittelung der Welle) in leitender Verbindung steht. In der Leitung wird also ein Strom hergestellt sein, sobald die Berührungsstelle zwischen dem Rad R und der Rolle v auf einen metallenen Theil des Radumfangs trifft; dagegen ist der Strom unterbrochen, wenn sich an die Berührungsstelle einer der elfenbeinernen Theile schiebt. Alles Uebrige wird aus früheren Erklärungen von selbst verständlich sein.

Man sieht leicht ein, daß man den Kreis auf dem Zifferblatte des Indicators, statt in 26, auch in mehr Theile theilen kann, um außer den Buchstaben des Alphabets noch Zahlen oder andere Zeichen unterzubringen; es müssen dann aber die übrigen Hauptbestandtheile der Apparate dieser andern Theilung angepaßt

werden; oder man kann auf dem Indicatorzifferblatt zwei concentrische Kreise von Zeichen anbringen (den einen für die Buchstaben, den andern für Zahlen); in welchem Falle aber immer zuvor durch ein bestimmtes Zeichen dem Ablesenden angegeben werden muß, auf welchen der beiden Kreise er die Stellungen des Zeigers beziehen soll.

Jede Station muß ihren Communicator und Indicator haben. Beide Apparate können in einem gemeinsamen Gehäuse zusammengestellt werden, das durch eine vertikale Zwischenwand in zwei Abtheilungen geschieden ist. In der vordern Abtheilung befindet sich der Indicator; auf der Außenwand des Gehäuses stehen die Knöpfe des Communicators concentrisch um die Buchstaben des Indicatorzifferblattes in einem größern Kreise herum; die zugehörigen Stifte sind dann so verlängert, daß sie (neben dem Räderwerk des Indicators vorbei) durch die vordere Abtheilung und die Zwischenwand hindurch bis in die hintere Abtheilung reichen, wo die Hauptbestandtheile des Communicators stehen.

Die in den verschiedenen Ländern benützten Zeigertelegraphen weichen in manchen Einzelnheiten der Einrichtung von einander ab. Findet ein Leser auf irgend einem telegraphischen Büreau einen Zeigerapparat, der nicht in allen Punkten mit dem hier beschriebenen übereinstimmt, so wird er sich, bei einiger erklärender Nachhülfe eines Bureaubeamten, leicht in das Verständniß der abgeänderten Theile finden. Ueber eine besondere Gattung der Zeigertelegraphen aber müssen hier noch einige Andeutungen angeknüpft werden, weil diese in einem Hauptpunkte von den oben erklärten abweichen.

Die Siemens'schen Telegraphen.

Die vollkommenste Einrichtung des Zeigertelegraphen ist diejenige, welche Siemens (in Berlin) ihm in letzter Zeit gegeben hat, und welche um so weniger hier unberührt bleiben darf, als Siemens zugleich einen Druckapparat daran geknüpft hat.

Das Wichtigste am Siemens'schen Zeigertelegraphen besteht darin, daß Communicator und Indicator zu einem einzigen Apparate

vereinigt sind, und daß zur Umdrehung des Buchstabenrades weder ein Gewicht, noch die Hand des Telegraphisten, sondern der galvanische Strom selbst benützt wird. Man denke sich den einen Arm eines Hebels an den Anker eines Elektromagneten befestigt, den andern Arm aber von einer Spiralfeder gezogen; so ist klar, daß der Hebel abwechselnd dem Zug des Magneten oder der Feder folgen wird, je nachdem der galvanische Strom in Thätigkeit ist oder nicht. (Vgl. das schon bei Fig. 5 Bemerkte.) Bei aufeinanderfolgenden Unterbrechungen des Stroms wird daher der Hebel fortwährend oscilliren. Für diese Unterbrechungen hat nun Siemens den Hebel selbst benützt, indem er eine schon vor geraumer Zeit von Neef in Frankfurt gemachte Erfindung auf die Zwecke der Telegraphie anwandte. Ehe nämlich der erste (am Anker befestigte und mit ihm im Niedergehen begriffene) Hebelarm den Magnet ganz erreicht, hebt der zweite Arm (durch eine sinnreiche, hier aber nicht weiter zu erläuternde Anordnung) die bisher bestandene Verbindung zwischen den Poldrähten auf; der Strom stockt, die Feder zieht den zweiten Arm nach unten; sobald aber letzterer einen gewissen Punkt erreicht hat, stellt er die galvanische Verbindung zwischen den Poldrähten wieder her und der Magnet wirkt auf's Neue, doch nur um alsbald auf die vorige Weise seine Wirksamkeit wieder zu verlieren u. s. f. Die mit bedeutender Geschwindigkeit erfolgenden Oscillationen des Hebels gehen demnach von selber so lange fort, als die galvanische Batterie in Kraft bleibt. Der Hebel wirkt zugleich auf ein Zahnrädchen, an dessen Axe ein Zeiger sitzt, so ein, daß er bei jeder Oscillation das Rädchen um einen Zahn fortbewegt, also auch den Zeiger ruckweise umdreht. Dabei durchläuft die Zeigerspitze nach und nach die Buchstaben des Alphabets, welche um den Rand einer zifferblattartigen Scheibe geschrieben sind. Werden nun zwei Apparate der beschriebenen Art an zwei verschiedenen Stationen in eine und dieselbe Drahtleitung eingeschaltet, so bewegen sich beide Zeiger gleichzeitig und auf einerlei Weise; stehen sie also anfangs im Einklang hinsichtlich des von ihnen bezeichneten Buchstabens, so bleiben sie fortwährend

in Einklang, und wenn man den Zeiger der ersten Station z. B. bei dem Buchstaben M anhält, so bleibt der Zeiger der andern Station ebenfalls auf M stehen. Das Anhalten aber geschieht einfach durch Niederdrücken einer Taste. Die Buchstabenscheibe hat nämlich eine horizontale Lage, und um ihre Peripherie herum befindet sich ein Kreis von radial angeordneten Tasten, auf denen die Buchstaben wiederholt sind. Wird die Taste M niedergedrückt, so kommt dadurch ein an ihr befestigter Stift in solche Lage, daß er den umkreisenden Zeiger (oder vielmehr einen unterhalb der Tastenscheibe an die Zeigerwelle angesetzten, mit dem Zeiger gleichzeitig umlaufenden Arm) auffängt und so lange zum Stillstand nöthigt, bis man die Taste losläßt. Eine besondere Taste dient zur Auslösung eines Alarmapparats, wodurch Anfang und Ende einer Depesche angezeigt wird. Man sieht, daß bei dieser Einrichtung die Gegenseitigkeit der Correspondenz zwischen beiden Stationen wesentlich erleichtert ist. Der Beamte der einen Station kann sogar den andern nöthigenfalls in seiner Mittheilung unterbrechen und ihm eine Gegenbemerkung machen, während die gewöhnlichen Zeigertelegraphen den einen Beamten so lange zum Schweigen verurtheilen, bis der andere seine Rede ganz vollendet hat.

Beim Ablesen der mitgetheilten Depesche (d. h. beim Aneinanderreihen der angezeigten Buchstaben) kann sich möglicherweise ein Irrthum oder ein Uebersehen einschleichen. Man hat deßhalb schon vor Siemens vielfach darauf gesonnen, die einzelnen Zeichen von den Telegraphen selbst fixiren (gleichsam schreiben oder drucken) zu lassen. Siemens hat eine sehr schöne Lösung dieser Aufgabe gefunden. Man denke sich an dem eben beschriebenen Telegraphen statt des umlaufenden Zeigers einen horizontal umlaufenden Stern, aus eben so vielen Radien oder Strahlen gebildet, als Buchstaben (und sonstige Zeichen) nothwendig sind. Die Strahlen bestehen aus Messingstreifen, die sich etwas federn können, und jeder trägt an seinem äußersten Ende einen erhabenen Buchstaben, ganz so geschnitten, wie man es auf den Köpfen der Buchdruckerlettern sieht. Unterhalb des Sterns liegt an einer bestimmten, unveränderlichen Stelle ein Ham-

mer, der einen Schlag nach oben ausführen kann und dabei genau auf das Ende desjenigen Strahls trifft, welcher sich gerade über dem Hammer befindet. An der nämlichen Stelle, aber oberhalb des Buchstabensterns, ist eine kleine, mit ziemlich fester Druckerschwärze überzogene, etwas elastische Walze angebracht. Liegt nun zwischen der Walze und dem Metallbuchstaben des betreffenden Strahls ein Papierblatt, so bewirkt der Schlag des Hammers ein kräftiges Andrücken der vom Buchstaben berührten Papierstelle an die Druckwalze, und der Buchstabe druckt sich ab. Der Mechanismus dieser Art von Druckerei ist nun folgender. Ein Papierstreifen bewegt sich mit mäßiger Geschwindigkeit unter der sich mitdrehenden Walze weg und berührt diese dabei, ohne daß die letztere (wegen der festen Consistenz der Druckerschwärze) die Papierfläche beschmutzt. Durch das Niederdrücken einer bestimmten Taste wird das Strahlrad in dem Augenblicke gehemmt, in welchem sich der jener Taste entsprechende Buchstabe über dem Hammer befindet, und unmittelbar darauf schnellt der Hammer empor, um den Buchstaben zu drucken, kehrt aber sogleich wieder in seine alte Stellung zurück, damit er für einen nächsten Buchstaben denselben Dienst leisten kann. Die Buchstaben selbst erscheinen zuletzt auf dem Papierstreifen aneinandergereiht wie bei gewöhnlicher Druckschrift.

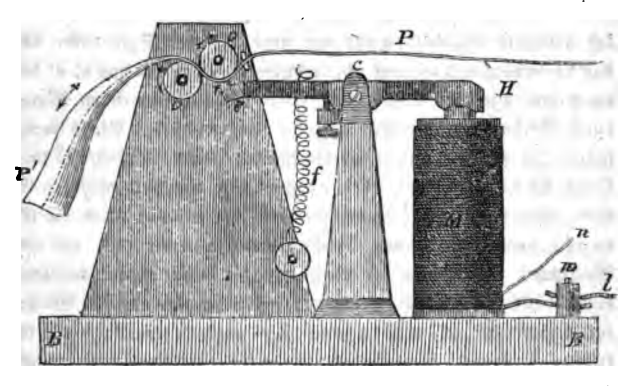
Dieß ist das Princip des Siemens'schen Drucktelegraphen. Die Einzelheiten des Mechanismus sind zu künstlich, als daß sie (selbst unter Benützung von Abbildungen) in Kürze erklärt werden könnten.

Im nördlichen Deutschland ist dieser Telegraph mehrfach im Gebrauch. So schön seine Construction und Wirkung ist, so läßt sich doch nicht verkennen, daß er bei seiner verwickelten Natur zeitweiligen Störungen durch äußere Einflüsse leichter zugänglich ist als der nunmehr zu beschreibende Morse'sche Telegraph.

Der Schreibtelegraph von Morse.

Der Morse'sche Telegraph, welcher sich unter allen telegraphischen Vorrichtungen bis jetzt als die vorzüglichste bewährt hat,

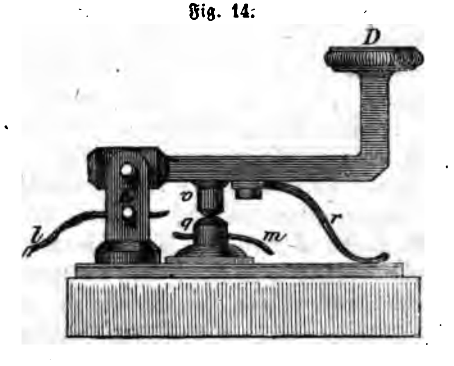
Fig. 13.



besteht in seiner ursprünglichen Gestalt (ohne Einrechnung der Batterie und der Drahtleitung) aus zwei Haupttheilen: dem Schreibapparat und dem Tastenapparat oder Schlüssel. Letzterer befindet sich auf der Ausgangsstation; ersterer auf der Empfangsstation. Der Schreibapparat ist in Fig. 13 abgebildet. Der Elektromagnet dieses Apparats ist aus zwei von einem ununterbrochenen Drahte umwickelten Eisencylindern gebildet, welche vertical neben einander auf einer Eisenplatte festsitzen. Diese Eisenplatte ist, gleich den übrigen Theilen des Apparats, auf einem hölzernen Tischblatt BB festgeschraubt. In der Figur ist nur die eine Hälfte M des Elektromagneten sichtbar; die andere Hälfte (der zweite Eisencylinder) steht gerade dahinter und ist deßhalb verdeckt. Der eiserne Hebel H'ct, der in c seinen Drehungspunkt hat, ist an seinem Ende H nach beiden Seiten in horizontalem Sinne erbreitert, so daß dieses breitere Ende als Anker des Elektromagneten dienen kann. Am entgegengesetzten Ende trägt der Hebel einen Stahlstift t. Ist der Elektromagnet in Thätigkeit, so wird der Anker angezogen und der Stift t begibt sich in die Höhe. Hört der Elektromagnet (in Folge einer Unterbrechung des galvanischen Stroms) auf zu wirken, so wird der Hebelarm tc durch eine Spiralfeder f niedergezogen. Ein

langer, schmaler Papierstreifen PP′ (welcher in der Figur anfangs nur im Querdurchschnitt, nachher aber so gezeichnet ist als hätte er sich seitwärts umgelegt) läuft von einer (in der Figur nicht sichtbaren) drehbaren Trommel ab, geht zwischen den Walzen o, o′ hindurch und wird bei Umdrehung dieser ihn einklemmenden Walzen durch Reibung in der Richtung des beigezeichneten Pfeils fortgeführt. In welchem Sinne sich die Walzen drehen, ist ebenfalls durch kleine Pfeile angedeutet. Die gleichförmige und mit mäßiger Geschwindigkeit erfolgende Umdrehung der Walzen wird durch ein Räderwerk vermittelt, dessen Triebkraft ein Gewicht (wie an einer Wanduhr) ist. Wenn der Elektromagnet seinen Anker angezogen hält, drückt der Stahlstift t gegen das zwischen ihm und der Walze o fortgleitende Papier, und da diese Walze zugleich eine rings um ihre krumme Oberfläche laufende Rinne von geringer Vertiefung enthält, welche während der Umdrehung stets genau über dem Stift bleibt, so macht der Stift einen Eindruck in das Papier. Bleibt der Anker angezogen, während der Papierstreifen fortläuft, so verlängert sich der Eindruck des Stifts zu einer ununterbrochenen Linie. Wird aber der Anker von Zeit zu Zeit losgelassen, so erfolgen Unterbrechungen des Eindrucks; und wenn der Anker schnell hintereinander angezogen und freigelassen wird, zeichnet der Stift mehrere aufeinanderfolgende Punkte auf das Papier. Auf solche Art

Fig. 14.



kann eine Reihe von Eindrücken auf dem Papierstreifen entstehen, ungefähr von der Gestaltung wie sie in der Figur bei P′ gezeichnet sind. Diese Eindrücke aber liefern die Zeichensprache des Telegraphen, wie alsbald näher angegeben werden soll. Zuvörderst ist zu zeigen, auf welche Weise der Schreibstift von der Ausgangsstation aus dirigirt werden könne.

Auf der Ausgangsstation, zu welcher wir uns nunmehr begeben müssen, ist, wie schon gesagt, der Schlüssel aufgestellt. Dieser in Figur 14 abgebildete Apparat besteht in der Hauptsache aus einem Messinghebel, welcher bei D eine Handhabe oder Taste und in der metallenen Säule E seinen Drehpunkt hat. Eine Feder r hält den Hebel empor. Wird aber bei D mit der Hand ein Druck abwärts ausgeübt, so berührt der Messingansatz v den messingenen Ambos q, wodurch sich eine leitende Verbindung zwischen E und q herstellt. Der von q ausgehende Draht m läuft nach dem Kupferpole der Batterie; vom Zinkpol aus ist ein Draht in die Erde (nach einer Erdplatte) geführt und communicirt durch die feuchte Erde hindurch mit dem an die Erdplatte der andern Station angeknüpften Drahte n, welcher (mit seiner dünneren Verlängerung) den in Figur 13 unsichtbaren Theil des Elektromagneten umwindet, dann um den sichtbaren Theil M sich wickelt und in die kleine Messingsäule w übergeht. Von dieser nämlichen Messingsäule aber geht der Leitungsdraht l aus, der nun durch die Luft zur Ausgangsstation zurückkehrt und hier in die Metallstütze E des Schlüssels einmündet. Ist daher die Taste des Schlüssels niedergedrückt, so ist in der ununterbrochenen Leitung ein Strom hergestellt, dessen Lauf sich folgendermaßen überschauen läßt. Bedeutet Z den Zinkpol, K den Kupferpol der Batterie, F die feuchte Erde, während die übrigen vorkommenden Buchstaben sich auf die Figuren 13 und 14 beziehen, so ist der Weg des Stroms ausgedrückt durch K m q v E l w n F Z. Unterbrochen wird der Strom, sobald die Theile v und q des Schlüssels außer Berührung kommen, d. h. wenn man aufhört, auf D zu drücken und den Hebel D v E der Wirkung der Feder r überläßt.

So lange nicht telegraphirt wird, ist das Räderwerk des Schreibapparats gehemmt; der Papierstreif steht also still. Will der Telegraphist auf der Ausgangsstation eine Depesche beginnen, so gibt er mit dem Schlüssel rasch hinter einander mehrere Schläge. Jedem Schlage entspricht auf der Empfangsstation ein Aufschlagen des Ankers auf den Elektromagneten, und durch das Geräusch dieses Hämmerns wird dort der Beobachter zur Empfangnahme der Mittheilung aufgefordert. Er setzt nun sogleich das Räderwerk in Gang (was durch Auslösen eines Sperrbolzens oder Sperrhakens am Hauptrade geschieht), und der Papierstreif kommt in Lauf. Je nachdem nun der mittheilende Telegraphist den Schlüssel abwechselnd längere oder kürzere Zeit oder auch nur einen Augenblick niederhält, drückt der Stift t des Schreibapparats in das Papier längere oder kürzere Striche oder Punkte. Das Ende der Depesche wird auf dieselbe Art angedeutet wie der Anfang. Der Beobachter auf der Empfangsstation hemmt dann sein Räderwerk, schneidet den durch die Walzen gegangenen Papierstreif ab, und liest auf ihm, was ihm gesagt werden wollte. Morse hat nämlich durch Combination von Strichen und Puncten folgendes Alphabet gebildet, wobei, wie man sieht, auch die zwischen den Punkten gelassenen Abstände (welche der Telegraphist durch die von ihm gemachten Pausen bei Handhabung des Schlüssels in seiner Gewalt hat) von Bedeutung sind.

· —	— · · ·	· · ·	— · ·	·	· — ·	— — ·	· · · ·	· ·
A	B	C	D	E	F	G	H	I
— · — ·	— · —	——	— —	— ·	· ·	· · · · ·	· · — ·	
J	K	L	M	N	O	P	Q	
· · ·	· · ·	—	· · —	· · · —	· — —	· — · ·	· · · ·	
R	S	T	U	V	W	X	Y	
· · · ·								
Z								

Die Zahlen werden, nach Morse, durch folgende Zeichen angegeben:

· — — ·	· · — · ·	· · · — ·	· · · · —	— — —	· · · · · ·	— — · ·	— · · · ·	— · · —	——
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Endlich gibt es auch noch besondere einfache Zeichen für solche Worte, die besonders häufig (z. B. im Eisenbahndienst) vorkommen, und passende Abkürzungen in der Schreibweise.

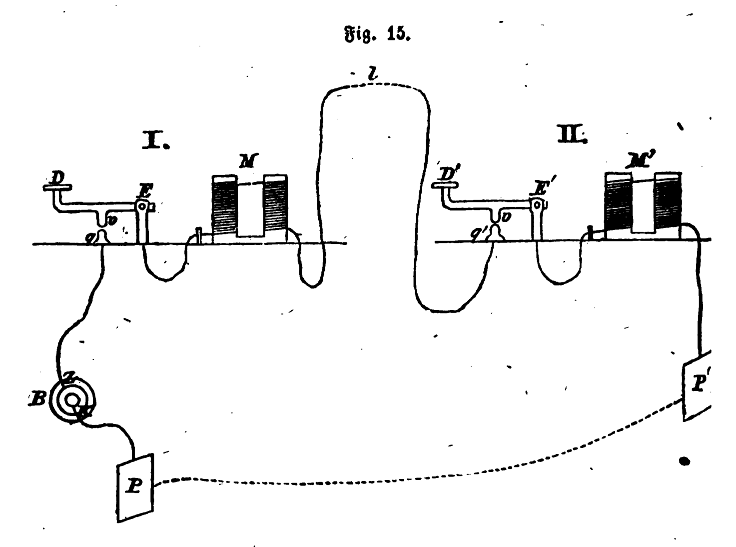
Es ist klar, daß man die Bedeutung der obigen Combinationen nach Uebereinkunft abändern, auch neue Combinationen einführen kann; doch wird man immer zu denjenigen Buchstaben, welche in den Wörtern unserer Sprache am öftesten vorkommen, die einfachsten Bezeichnungen wählen. (So ist z. B. für die württembergischen Telegraphen das ursprüngliche Morse'sche Alphabet etwas verändert.)

Von Mechanikus Stöhrer in Leipzig ist ein eigenthümliches Alphabet ausgedacht worden, welches z. B. auf den baierischen Telegraphenlinien eingeführt ist. Bei Stöhrer's Alphabet arbeiten zwei Schreibstifte neben einander, deren jeder seinen besondern Magnet hat und durch eine besondere Taste des Schlüssels dirigirt wird. Auf dem Papierstreifen erscheinen deshalb die Zeichen abwechselnd auf der einen oder der andern von zwei parallel laufenden Linien, und man kann somit einem und demselben Zeichen zwei verschiedene Bedeutungen beilegen, je nachdem dasselbe in der obern oder der untern Linie steht. Wird auf diese Art eine Vereinfachung des Alphabets erzielt, so ist dafür andererseits der Mechanismus des Apparats verwickelter.

Es ist nun zu erläutern, wie man nach Belieben von jeder der beiden Stationen zur andern telegraphiren kann. Dieß läßt sich beim Morse'schen Telegraphen einfacher bewerkstelligen als beim Wheatstone'schen. Auf jeder Station befindet sich ein Schlüssel und ein Schreibapparat. Vom letztern Apparat ist in Fig. 15 nur der Elektromagnet angedeutet (dießmal so, daß man beide Theile des Magnets sehen kann). Wenn der Telegraph nicht arbeitet, sind beide Schlüssel geschlossen, d. h. auf den Ambos niedergedrückt, was durch Anziehen einer zu diesem Zwecke angebrachten Stellschraube (die in der Figur weggelassen wurde) geschieht; dabei circulirt der Strom durch alle Apparate auf beiden Stationen, kann aber keine Schrift veranlassen, weil zugleich in den Schreibappa-

raten die den Papierstreifen führenden Räderwerke gehemmt sind. Soll nun von der Station I nach der Station II berichtet werden, so löst der Telegraphist auf der erstern Station die Stellschraube des Schlüssels, läßt aber das Räderwerk des dortigen Schreibapparats in Unthätigkeit, und gibt nun zuerst mittelst der Taste D das früher beschriebene Lärmzeichen. Auf dieses Signal hin setzt der Telegraphist der zweiten Station sein Räderwerk in Gang, läßt aber seinen Schlüssel geschlos-

Fig. 15.



sen. Jetzt verhält sich offenbar Alles gerade so, als wenn der Elektromagnet M und der Schlüssel D' gar nicht vorhanden wären; beide geben bloß Bestandtheile der Leitung her; und obwohl der Anker des Magneten M sich bei den mittels D gegebenen Zeichen mitbewegt, erzeugt sein Stift t keine Schrift; dieser trifft vielmehr immer denselben Punkt des unbeweglichen Papierstreifens, oder kann auch durch einen Bolzen niedergehalten werden, so daß der Anker

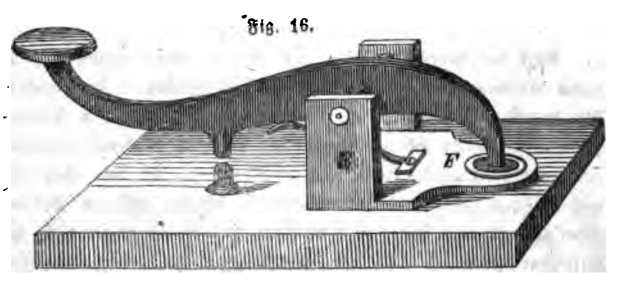
der vom Magnet M ausgehenden Anziehung gar nicht zu folgen im Stande ist. — Soll dagegen von II nach I telegraphirt werden, so kehrt sich die Sache um; der Schlüssel D bleibt geschlossen und das zu M' gehörige Räderwerk in Ruhe, während der Schlüssel D' sich mit dem in Gang gebrachten Schreibapparat der ersten Station in Communication setzt.

Auch der Morse'sche Telegraph ist nicht auf derjenigen Stufe seiner Entwickelung stehen geblieben, auf welcher er hier beschrieben wurde. Namentlich sind auf den meisten deutschen Telegraphenlinien, welche sich des Morse'schen Systems bedienen, Apparate von vervollkommneter Construction eingeführt. So wie schon einmal bei den Zeiger-Telegraphen, so befindet sich der Erklärer hier zum zweiten Male in dem Fall, daß er dem Leser nicht unmittelbar die neueste und beste Construction der betreffenden Verrichtung erläutern konnte, sondern sich vorerst auf diejenige Form des Apparates beschränken mußte, an welcher sich, der größeren Einfachheit wegen, die Hauptidee des Ganzen am besten verdeutlichen läßt. Da aber der Morse'sche Telegraph in seiner neuesten Gestalt höchst wahrscheinlich für eine geraume Zeit den Sieg über alle andern Apparate behaupten wird, so müssen auch hier die Verbesserungen ausführlicher dargelegt werden. Der geneigte Leser ist daher freundlich eingeladen, dem Erklärer noch ein paar Schritte zu folgen. Wenn bei diesen Erklärungen gleichsam ein historischer Gang eingehalten wird, indem der Telegraph vor den Augen des Lesers nur nach und nach von der ursprünglichen in seine vollkommenste Form übergeht, so ist dieß kein zeitraubender Umweg, vielmehr der sicherste und bequemste Weg, auf welchem der Leser ohne zu große Anstrengung zum Verständniß der neuesten Einrichtung geführt werdeu kann.

Der ältere Morse'sche Apparat hat unter Anderm das Unpassende, daß, wenn nicht gearbeitet wird, der Strom stets geschlossen

bleibt. Der erste Fortschritt bestand nun darin, daß man zwei Batterien anbrachte, nämlich eine auf jeder Station, und den Schlüssel so abänderte, daß während der Unthätigkeit des Telegraphen kein galvanischer Strom circulirt. Der Schlüssel stellt jetzt einen Doppelhebel vor, indem er über seinen Drehungspunkt E hinaus (nach der der Taste D entgegengesetzten Seite) durch einen neuen Arm verlängert ist, wie die Figur 16 zeigt. Dieser zweite,

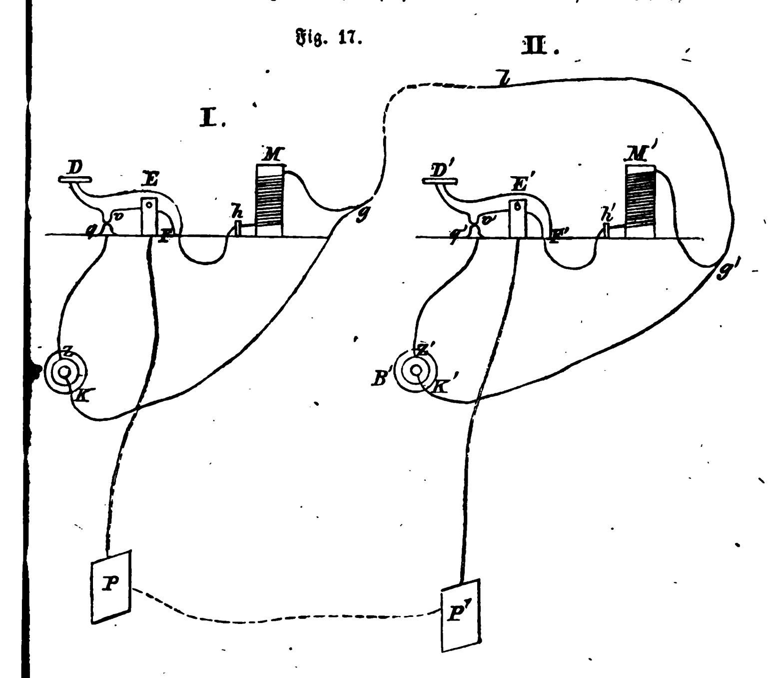
Fig. 16.



kürzere Arm krümmt sich abwärts und berührt ein Metallplättchen F, welches, umgeben von einem isolirenden Elfenbeinring, in das Gestell des Schlüssels eingelassen ist. Von der den Drehungspunkt enthaltenden metallenen Stütze E geht ein Draht nach der Erdplatte P (Fig. 17). Vom Ambos q führt ein Draht zum Zinkpol der Batterie, deren Kupferpol mit dem Luftleitungsdraht l in Verbindung steht. Von der Metallplatte F läuft ein dritter Draht aus, der an den Umwicklungsdraht des Elektromagneten M anknüpft; das zweite Ende des Umwicklungsdrahts schließt sich an den Leitungsdraht l an. Dieß Alles wiederholt sich auf der zweiten Station, wie die Figur anzeigt. Wenn der Telegraph nicht arbeitet, stehen die beiden Schlüssel so, wie es in der Figur angegeben ist; d. h. die Arme E D, E′ D′ sind (durch Federn) emporgehalten, und die Arme E F, E′ F′ berühren ihre Metallplättchen. Die Ansicht der Zeichnung lehrt, daß unter diesen Umständen weder die Batterie B noch die Batterie B′ einen geschlossenen Strom bilden kann. Wird aber auf der Station I. die Taste D abwärts bewegt, wodurch sich

der gekrümmte Hebelarm E F von dem Metallplättchen F entfernt, so kommt die Batterie B in Thätigkeit; denn jetzt, nach erfolgter Berührung zwischen q und v, besteht eine ununterbrochene leitende

Fig. 17.



Verbindung zwischen ihren Polen, und der Strom nimmt vom Kupferpol aus den Weg K g l g' h' F' E' P' P E v q Z,*) geht

*) Bei den Verzweigungsstellen g und g' der Drahtführung ist zu beachten, daß der Strom von g aus nicht nach h und E abweichen kann, weil, wie zuvor schon gesagt wurde, nach dem Niederdrücken der Taste D die Leitung in F abgebrochen ist. Ebenso wenig könnte sich der Strom etwa von g' aus durch die Batterie B' hindurch nach v' hin fortsetzen, weil bei q' der Weg abgeschnitten ist, so lange die Taste D' ihre Ruhelage behält.

also durch die Umwickelung des Elektromagneten M′ und setzt auf der Station II. den Schreibapparat in Arbeit. Soll aber von der Station II. nach I. telegraphirt werden, so kommt durch Niederdrücken der Taste D′ die Batterie B′ in Thätigkeit, und ein Strom bewegt sich auf dem Wege K′ g′ l g h F E P P′ E′ v′ q′ Z′, so daß der mit M verbundene Schreibapparat wirkt. Man sieht hieraus, daß immer nur eine der Batterien in Anspruch genommen wird, und zwar stets diejenige, von deren Station die Depesche ausgeht.

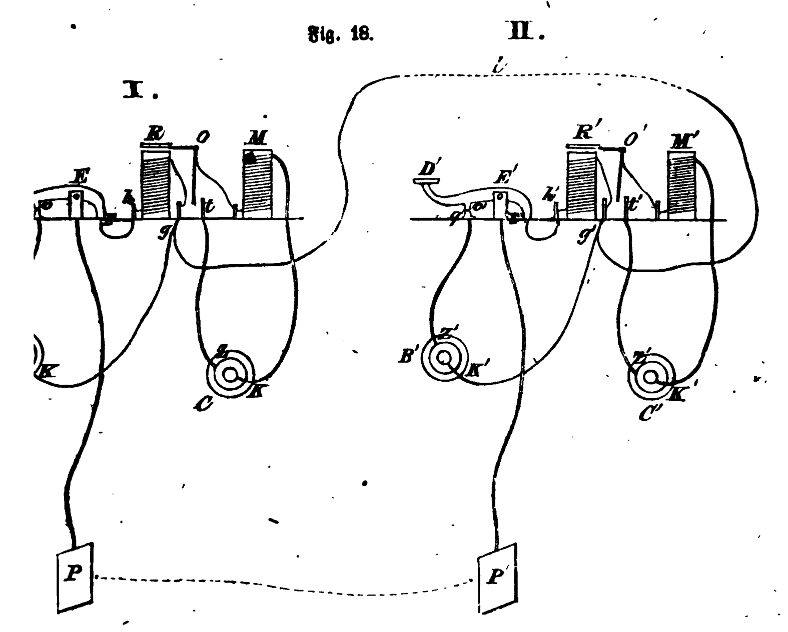
Die deutlichen Eindrücke des Schreibstifts in das Papier können nicht ohne einen gewissen Kraftaufwand erzielt werden. Die Kraft des Magneten aber hängt hauptsächlich von der Stärke des galvanischen Stroms ab; und da ein solcher Strom sich beim Durchlaufen sehr langer Drähte beträchtlich abschwächt, so erfordern die eben geschilderten Telegraphen ziemlich starke Batterien. Die letzte Vervollkommnung, welche wir noch zu erwähnen haben, hat es aber möglich gemacht, mit verhältnißmäßig kleinen Batterien zu arbeiten. Sie besteht gewissermaßen in einer Theilung der Arbeit. Auf jeder Station benützt man statt einer größern Batterie zwei kleinere, von denen die eine (die Leitungsbatterie) bloß dazu dient, einen elektrischen Strom in der Gesammtleitung zu erzeugen, während die andere (die Localbatterie) den Schreibapparat zu besorgen hat. Durch beifolgende Zeichnung (Fig. 18) mag die Ausführung dieses schönen Gedankens versinnlicht werden.

Außer dem zum Schreibapparat gehörigen Elektromagneten M befindet sich auf der Station ein zweiter Elektromagnet R. Der Anker desselben bildet den einen Arm eines metallenen Winkelhebels, welcher in O seinen festen Drehungspunkt hat, und dessen anderer Arm sich an ein Messingstück T anlegen kann. Dieses Anlegen erfolgt, sobald der Anker angezogen wird; hört dagegen die Wirksamkeit des Magneten auf, so drückt eine Feder den Anker etwas aufwärts und dadurch entfernt sich der zweite Hebelarm von dem Ansatzstücke T. Der Elektromagnet R sammt seinem Hebel heißt das Relais. — B ist die Leitungsbatterie, C die Localbatterie. Man sieht, daß die letztere nur mit T und M in Verbindung steht.

Die Führung der von der Leitungsbatterie B ausgehenden Drähte ist aus der Zeichnung zu ersehen. Die Erdleitung bleibt wie früher. — Auf der zweiten Station wiederholt sich Alles genau so wie auf der ersten.

Die Zeichnung (welche, wie ein paar frühere, zum Theil nur symbolische Andeutungen geben will) stellt alle Apparate in Ruhe

Fig. 18.



dar, indem keine der Tasten D und D' niedergedrückt ist. Unter diesen Verhältnissen kann (wie eine genauere Betrachtung der Figur lehrt) von keiner der vier Batterien ein Strom erzeugt werden, da nirgends eine geschlossene Leitung vorhanden ist. Wird jetzt die Taste D der Station I. niedergedrückt, so wirkt die Batterie B so, daß auf dieser Station das Relais R aus der Leitung des Stroms

ausgeschaltet bleibt (indem die metallische Berührung bei F sich aufhebt), während sich auf der Station II. das Relais R' einschaltet; der Strom nimmt nämlich den durch die Drahtumwickelung dieses Relais führenden Weg K g l g' h' F' E' P' P E v q Z. Demnach hat der Strom noch keinen unmittelbaren Einfluß auf den Schreibapparat der Station II; er bewirkt zunächst blos das Anziehen des Ankers am Relais R'. Aber in Folge dieses Anziehens wird bei T' metallische Berührung hergestellt, und in demselben Augenblick tritt von der Batterie C' aus ein anderer Strom in's Leben, welcher die Thätigkeit des Magneten M' und somit des Schreibapparats erweckt.

Ist, nach vollendeter Depesche, Alles wieder in Ruhe und soll nun eine Nachricht von der Station II. nach der Station I. gehen, so verhält sich Alles auf ähnliche Weise wie vorhin, nur daß die Stationen ihre Rollen gewechselt haben. Durch Niederdrücken der Taste D' wird das Relais R' aus- und das Relais R eingeschaltet; der von der Batterie B' erzeugte Hauptstrom nimmt den Weg K' g' l g h F E P P' E' v' q' Z'; bei T tritt Berührung ein und der jetzt von C aus wirkende zweite Strom belebt den Magnet M.

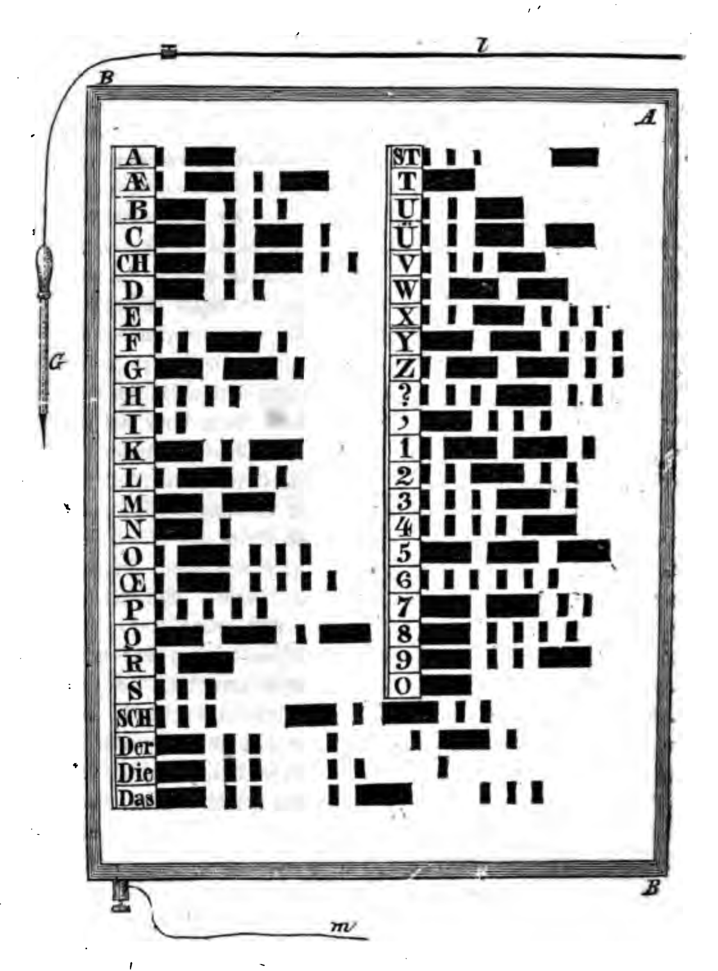
Da bisher nichts über den Maßstab der Apparate angegeben wurde, so ist vielleicht die Bemerkung nicht überflüssig, daß man sich dieselben keineswegs schwerfällig oder von bedeutender Größe denken darf. Vielmehr macht der Ueberblick eines solchen Apparats vor Allem den Eindruck des Leichten und Zierlichen. Der Schreibapparat ist gewöhnlich (zum Schutze vor Staub 2c.) in ein Glaskästchen eingeschlossen, dessen Höhe etwa einen Fuß beträgt. Schreibapparat, Relais und Schlüssel finden, nebst noch einigen Hülfsapparaten, neben einander Raum auf einem Tischchen, welches die Dimensionen eines mäßigen Spieltisches nicht überschreitet. Zur Bewegung der Taste genügt der rasche Druck eines einzigen Fingers. Die Batterien bestehen aus Gefäßen von der Größe eines Schoppenglases.

Die Telegraphisten finden sich, wie die Erfahrung gelehrt hat,

in die Behandlung des Morse'schen Apparats leicht und erlangen bald die nöthige Uebung. Demungeachtet war Morse auf ein Mittel bedacht, das auch einen ungeübten oder weniger intelligenten Arbeiter in den Stand setze, den Dienst auf einem Telegraphenbureau zu versehen. Er erfand zu diesem Zwecke seine Schreibplatte, welche, obwohl sie außer Amerika nicht in Gebrauch kam, hier noch beschrieben werden soll, weil sie mit der Idee eines neuen, in letzter Zeit öfters besprochenen Telegraphen zusammenhängt.

Man vergegenwärtige sich noch einmal den Morse'schen Apparat in seiner ersten Gestalt und mit dem in Fig. 14 (S. 38) abgebildeten Schlüssel. Bei diesem Apparat, der nur eine Batterie hat und dessen Schlüssel blos einseitig wirkt, kommt es einzig darauf an, den Strom wiederholt durch länger oder kürzer dauernde Berührung zwischen v und q abwechselnd herzustellen und wieder zu unterbrechen. Solche abwechselnde Unterbrechungen aber lassen sich auch auf andere Art, ohne Schlüssel, erzielen. Man denke sich den Schlüssel ganz hinweg und den Ambos q durch eine Metallplatte ersetzt, von welcher der Draht m ausläuft; der zweite Draht l ende in einen Metallstift, der mit einer isolirenden elfenbeinernen Hülse umgeben sei, so daß nur die Spitze des Stifts hervorragt und man ihn wie einen Bleistift führen kann. Berührt man mit diesem Stift oder Griffel die erwähnte Metallplatte, so erreicht man offenbar das Nämliche, was zuvor durch Vermittelung des Schlüssels zu Stande gebracht wurde; nur wäre die Manipulation unbequemer. Allein durch eine sinnreiche Einrichtung jener Platte verwandelt sich die Unbequemlichkeit in eine wesentliche Erleichterung. Die Platte hat nämlich reihenweis gestellte rechteckige Erhöhungen von verschiedener Breite, wie die beigegebene Figur 19 zeigt. Die Zwischenräume zwischen den gleichhoch über den Grund der Platte vorspringenden Erhöhungen sind mit Elfenbein ausgelegt (wodurch sich die in der Zeichnung weiß gelassenen Stellen ergeben), so daß alle Vertiefungen verschwinden und die Platte auf ihrer obern Seite eine ebene Fläche darstellt. Vergleicht man die Größe und Stellung der (in der Figur schwarz

Fig. 19.


l
B
A
G
A
Æ
B
C
CH
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
O
Œ
P
Q
R
S
SCH
Der
Die
Das
ST
T
U
Ü
V
W
X
Y
Z
?
,
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0
B
m

angegebenen) Metallrechtecke mit den Zeichen des früher (S. 40) mitgetheilten Alphabets (dessen Buchstaben auch in der Platte beigeschrieben sind), so erkennt man alsbald eine Uebereinstimmung und wird sich nun den Gebrauch dieser Schreibplatte leicht erklären können. Um den Buchstaben A zu telegraphiren, streicht der Mittheilende mit dem oben beschriebenen Griffel G über die neben A stehende Zeile hin. Während die Spitze des Griffels auf dem kleinen Rechteckchen verweilt (was nur sehr kurze Zeit dauert), macht der Schreibapparat einen Punkt auf's Papier; dem nun folgenden (elfenbeinernen) Zwischenraum der Tafel entspricht auf dem Papierstreifen ebenfalls ein Zwischenraum; und wenn der Griffel über das längere Metallrechteck geht, kommt durch den Schreibapparat ein längerer Eindruck zu Stande; folglich bildet sich auf dem Papier das Zeichen des Buchstaben A. Auf solche Art erfordert überhaupt die Mittheilung jedes einzelnen Buchstabens nichts weiter als einen mit gleichförmiger Geschwindigkeit über die betreffende Zeile der Schreibplatte geführten Strich mit dem Griffel.

In Deutschland hat man der Einführung dieser Schreibplatte die Verbesserung des Apparats durch das Relais vorgezogen. In Amerika aber hat ein spekulativer Kopf an eine weitere Ausbeutung der in der Schreibplatte verwirklichten Idee gedacht. Da nämlich der Schreibapparat gewissermaßen die auf der Platte dargestellten Zeichengruppen bloß copirt, und diese Copien sogar nach ganz gleichem Maßstab ausfallen würden, wenn die Geschwindigkeit des über die Platte geführten Griffels genau mit der Geschwindigkeit des vom Räderwerk geleiteten Papierstreifens übereinstimmte, so war es denkbar, daß sich eine wirkliche, gewöhnliche Buchstabenschrift auf ähnliche Weise copiren lasse. Statt der Schreibplatte hätte man einen um seine Axe umlaufenden Cylinder, statt des Papierstreifs auf der andern Station ebenfalls einen solchen Cylinder. So wie der Stahlstift des auf der Empfangsstation befindlichen Schreibapparats an seiner Stelle bleibt und sich nur hebt und senkt, so müßte an die Stelle des mit der Hand geführten

Griffels G ein fester Stift treten, unter welchem der Cylinder der Ausgangsstation hinweggleitet. Um letzteren Cylinder wäre ein Papierbogen geschlagen, den man mit einem isolirenden Firniß überzogen und dann mit einer Depesche in gewöhnlichen Schriftzügen mittelst eines die Elektricität leitenden Körpers vollgeschrieben hat. Gleiche Geschwindigkeit beider Cylinder vorausgesetzt, müssen sich auf solche Art alle Punkte der Schrift, welche in eine rund um den letztern Cylinder laufende Kreislinie fallen, auf dem Cylinder der Empfangsstation copiren. Nach einmaligem Umlauf der Cylinder müßten sich beide um sehr Weniges, aber genau um gleichviel, in der Richtung ihrer Axen vorwärts schieben, damit ein zweiter Ring von Puncten sich übertragen könne u. s. f. Dadurch wird nach und nach eine gleichsam punktirt oder schraffirt gezeichnete Copie der ursprünglichen Schrift entstehen. Da sich eine zum Aufschreiben der Depesche geeignete Dinte leichter unter den Isolatoren als den guten Leitern finden läßt, so könnte man auch umgekehrt den Papierbogen leitend machen (etwa gewöhnliches Gold- oder Silberpapier nehmen) und auf ihn mit isolirendem Stoffe schreiben. Dann aber wird man in der Copie die Schrift gleichsam ausgespart erhalten, während die Zwischenräume zwischen den Schriftzügen schraffirt sind. Endlich hat man es natürlich für weit besser gehalten, statt des Stahlstifts, der bloß Eindrücke hinterläßt, ein mit Dinte gefülltes Trichterchen anzubringen (obgleich sowohl Morse als Steinheil von einem solchen flüssigen Schreibmateriale, welches Beide früher anzuwenden versucht hatten, wieder abgekommen waren).

Das Alles klingt sehr hübsch. Wer aber genauer die Bedingungen kennt, einen so verwickelten Mechanismus (bei welchem es vor Allem auf absolute Gleichförmigkeit in dem Gange zweier auf verschiedenen Stationen aufgestellten und zur Bewegung der Cylinder dienenden Uhrwerke ankommt) so herzustellen, daß derselbe auf die Dauer in geordnetem Zustande bleibt, wird die Hoffnungen nicht so rasch getheilt haben, mit welchen die ersten Zeitungsnachrichten von solchen Telegraphen (zu Anfang des vorigen

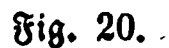
Jahres) von manchen Seiten aufgenommen worden sind. In der That wurden Telegraphen der erwähnten Art versuchsweise zur Ausführung gebracht; zuerst in Amerika, dann von einem deutschen Mechaniker (Hipp in Reutlingen, der dabei blos jene allgemein gehaltenen Zeitungsnachrichten benützen konnte, ohne einen wirklichen Apparat zum Muster zu haben), später in England; zu einer Einführung im Großen scheint es aber schwerlich zu kommen. Die auf der Londoner Industrieausstellung befindlich gewesenen Copir-Telegraphen von Bakewell und Bain waren nichts weniger als vollkommen; die Schrift erschien nicht recht scharf, an manchen Stellen fast wie verwaschen. (Auch Hipp hat jenes Prinzip wieder aufgegeben. Er ist neuerdings mit einem von andern Grundsätzen ausgehenden Telegraphen beschäftigt, der hier noch nicht berührt werden kann, von welchem aber ein Aufsatz in der Beilage zu Nr. 282 der Allgemeinen Zeitung vom vorigen Jahr eine ungefähre Idee gibt.)

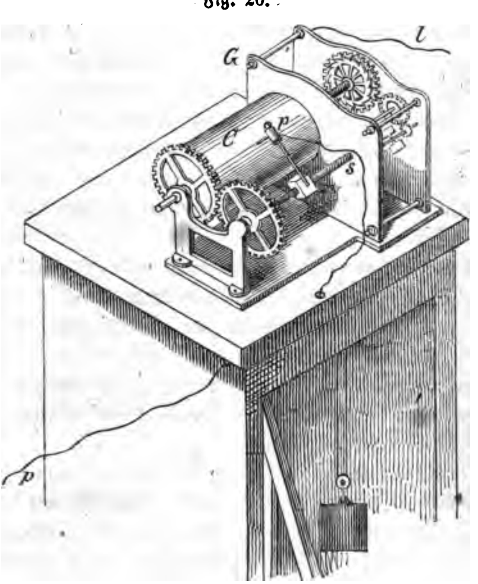
Uebrigens sind die eben berührten Copir-Telegraphen von Bakewell und von Bain schon nach einem etwas anderen Princip construirt als jener ursprüngliche amerikanische. Wegen der Nettigkeit der zu Grunde liegenden Idee mag der Bakewell'sche Telegraph hier noch mit wenigen Worten bedacht werden, wenn er auch noch nicht in die Reihe der Apparate von wirklich praktischem Werthe eintreten kann.

Der messingene Cylinder C in Fig. 20 wird durch ein Uhrwerk gleichförmig um seine Axe gedreht. Parallel mit dieser Axe liegt eine Schraubenspindel s mit einem leicht beweglichen Mütterchen m, an welches ein elfenbeinerner Griffel mit metallenem Kopfe befestigt ist. Der Metallkopf lehnt sich durch sein Gewicht gegen den Cylinder und berührt ihn mit einem vorragenden, stumpf abgerundeten Metallstifte. Da aber der Cylinder seine Drehungsbewegung durch Vermittelung eines Räderwerks (wie die Figur zeigt) der Schraubenspindel mittheilt, so rückt das Mütterchen und der Griffel mit jedem Umlauf des Cylinders um eine kleine, der Weite des Schraubengewindes entsprechende Strecke fort. Würde

dabei der Stift auf dem Cylinder eine Spur hinterlassen (etwa wie ein Bleistift auf Papier), so müßte diese Spur eine Spirallinie von sehr engen Gängen bilden.

Man denke sich nun auf zwei Stationen Apparate der eben beschriebenen Art aufgestellt. Das messingene Gestell G jedes Cylinders ist mit der metallenen Cylinderaxe in Berührung; werden also beide Gestelle durch den Leitungsdraht l verbunden, so besteht


Fig. 20.



zwischen beiden Cylindern eine ununterbrochene Leitung. Von den Metallknöpfen der Griffel gehen Drähte pp aus, von denen der eine nach dem Zinkpol, der andere (unter Mitbenützung der feuchten Erde) nach dem Kupferpol der Batterie führt. Mithin circulirt ein Strom, so lange beide Stifte in Berührung mit ihren Cylindern bleiben.

Um den Cylinder der einen Station (nämlich derjenigen, welche eine Depesche in Empfang nehmen will) ist ein Blatt Papier geschlagen, getränkt mit einer chemischen Lösung, welche, an sich farblos, durch Einwirkung eines galvanischen Stroms zersetzt und dadurch gefärbt wird. Diese Zersetzung und Färbung geht zunächst nur an den Stellen vor sich, wo der Strom unmittelbar einwirkt, also an den Punkten, wo der Stift das feuchte Papier berührt; und während der Umdrehung des Cylinders wird mithin auf der Papierfläche eine farbige *) Spirallinie gezeichnet. Wird aber auf der andern (der Ausgangs-) Station der Griffel auf kurze Zeit von seinem Cylinder entfernt, oder zwischen ihn und den Cylinder ein nichtleitender Körper eingeschoben, so erleidet die farbige Spirale eine Unterbrechung, weil der elektrische Strom unterbrochen ist. Auf der Ausgangsstation nun ist der Cylinder mit einem Blatt Zinnfolie umwunden, auf welches man vorher mit Harzfirniß die Depesche geschrieben hat. Behalten die Uhrwerke beider Stationen einen ganz übereinstimmenden Gang, so sieht man leicht ein, wie auf der Empfangsstation eine getreue Copie

Fig. 21.



der Harzschrift entstehen muß, in der Art, daß die den nichtleitenden Schriftzügen entsprechenden Stellen weiß bleiben, während die

*) Die Färbung ist blau. Bakewell benützt nämlich für die Befeuchtung des Papiers eine Lösung von blausaurem Kali (Blutlaugensalz), welcher einige Tropfen verdünnter Schwefelsäure zugesetzt werden. Die Lösung bleibt wasserhell. Durch den galvanischen Strom aber wird Berlinerblau ausgeschieden, das sich auf dem Papier an den Berührungsstellen des Stifts niederschlägt.

dem Zinnfoliegrunde entsprechenden Parthien sich farbig schraffiren. Die Schrift gestaltet sich auf der Empfangsstation wie die vorstehende Figur 21 zeigt.

Zur Erzeugung der Schrift wird hier, wie man aus Obigem ersehen hat, gar kein Elektromagnet gebraucht. Wohl aber kommen solche Magnete in Thätigkeit, um den übereinstimmenden Gang der Uhrwerke zu erzielen, auf welchen das Meiste ankommt. Wie dieß erreicht werden kann, wird aus dem Anhang klar werden, der in Kürze von den telegraphischen Uhren handelt.

Es ist früher (S. 43) angemerkt worden, daß der Morse'sche Telegraph die meisten telegraphischen Apparate anderer Art übertreffe. Vielleicht hat der Leser von selbst schon die Vorzüge erkannt, auf denen dieses Uebergewicht beruht. Es liegt auf der Hand, daß die bleibende Schrift, welche der Morse'sche Apparat erzeugt, sicherer und zugleich bequemer für den Empfänger ist, als die Sprache eines Zeigertelegraphen, welche ihre Worte dem Auge des Empfängers bloß vorbuchstabirt und diesen zu gespannter Aufmerksamkeit nöthigt. Daneben aber arbeitet der Morse'sche Apparat auch rascher als die übrigen. Während die gewöhnlichen Zeigertelegraphen in einer Minute zwischen 40 und 50 Buchstaben liefern, gibt der Morse'sche in derselben Zeit, bei gewandter Handhabung, gegen 100 Buchstaben. Der Zeigertelegraph von Siemens könnte zwar, seiner Construction nach, sehr schnell buchstabiren; allein er darf dem Auge des Empfängers nicht zu viel zumuthen und hat sich meist auf etwa 60 Buchstaben in der Minute zu beschränken, wenn der Ablesende den Sprüngen des Zeigers mit Sicherheit soll folgen können. Beim Siemens'schen Drucktelegraphen fällt letztere Rücksicht weg; dieser kommt deßhalb dem Morse'schen an Geschwindigkeit am nächsten und hat jedenfalls eine bedeutende Zukunft, muß sich aber erst durch längeren Gebrauch bewähren.

Die Nadeltelegraphen arbeiten ebenfalls langsamer als der

Morse'sche. Es ist für einen Nadelapparat schon eine sehr ansehnliche Leistung, wenn er 50 Buchstaben in der Minute gibt.

Es bliebe nun noch zu erklären übrig, wie man auf einer langgedehnten Telegraphenlinie, welche in mehrere Stationen abgetheilt ist, von einer beliebigen Station unmittelbar nach irgend einer andern telegraphiren könne, mit Ueberspringung der Zwischenstationen (d. h. ohne daß auf den Zwischenstationen die Depesche umtelegraphirt werden müßte). Man hat zu diesem Zwecke scharfsinnige Auskunftsmittel ersonnen. (Für den Morse'schen Telegraphen, bei welchem sich in diesem Punkte mehr Hindernisse ergeben als bei den neuesten Siemens'schen Apparaten, hat namentlich Geiger in Stuttgart sehr ingeniöse Einrichtungen angegeben.) Die Erklärung solcher Mittel hat aber einerseits ihre besondere Schwierigkeit; andererseits kann und soll dieses Schriftchen nicht über den Kreis derjenigen Hauptpunkte hinausgehen, deren Erläuterung für den Laien vorzugsweise Interesse hat. Es wird daher genügen, wenn in Betreff des zuletzt berührten Punktes statt specialisirter Erklärungen nur eine allgemeine Andeutung über eines der oben erwähnten Mittel gegeben wird.

Man denke sich auf allen Stationen einer Telegraphenstrecke gewöhnliche Zeigerapparate oder auch Morse'sche Telegraphen aufgestellt. Auf der ersten und letzten Station seien die Erdplatten. Von der einen Platte zur andern führt eine ununterbrochene metallische Leitung, von welcher die Umwickelungsdrähte sämmtlicher Elektromagnete Bestandtheile bilden. Dieß drückt man gewöhnlich so aus, daß man sagt, die auf den verschiedenen Stationen befindlichen Indicatoren (zu denen jene Elektromagnete gehören) seien in die Gesammtleitung eingeschaltet. Die Communicatoren (welche bei den Morse'schen Apparaten durch die Schlüssel vertreten werden) stehen außerhalb der Leitung; jeder derselben kann aber, sammt der zu ihm gehörigen Batterie, nach Belieben in die Leitung eingeschaltet werden, z. B.

durch das in Fig. 9 (S. 26) dargestellte Mittel. (In dieser Figur ist der Communicator der Station II. eingeschaltet, der Communicator der Station I. ausgeschaltet.) Will nun irgend eine Station A der Strecke eine Nachricht nach einer andern Station B (welche keineswegs die nächstbenachbarte zu sein braucht) senden, so wird auf Station A der Communicator eingeschaltet und ein Alarmzeichen gegeben. Dieß Zeichen wird auf sämmtlichen Stationen vernommen und ruft die Beamten zur Aufmerksamkeit. Hierauf bezeichnet Station A diejenige Station, mit welcher sie zu communiciren beabsichtigt. (Da nämlich die Schläge des mit jedem Elektromagneten verbundenen Hebels deutlich gehört werden, so kann man durch die Anzahl oder durch das Tempo dieser Schläge Signale von bestimmtem Sinn geben.) Auf der angerufenen Station B wird der Sperrhaken gelöst, welcher das Räderwerk des Indicators bis dahin aufgehalten hat, und die Depesche nimmt ihren Verlauf. Die Beamten der übrigen Stationen sind, sobald sie erfahren haben, daß man sie nicht gemeint hat, von weiterer Aufmerksamkeit oder Arbeit für dießmal dispensirt. An ihren Indicatoren bewegen sich zwar die Hebel der Elektromagneten mit, jedoch ohne Erfolg, da die Sperrhaken eine Drehung des Räderwerks verhindern.

Anhang.

Ueber telegraphische Uhren.

Die telegraphischen Uhren werden in neuester Zeit so oft genannt, daß es passend scheint, ihrer hier noch mit einigen Worten zu gedenken; und dieß kann um so eher geschehen, als sich das Princip derselben leicht unter Anknüpfung an Früheres klar machen läßt.

Allgemein bekannt ist die Schwierigkeit oder vielmehr Unmöglichkeit, zwei Uhren so herzustellen, daß sie längere Zeit hindurch ganz übereinstimmend gehen. Glücklicherweise sind die Fälle selten, wo eine solche absolute Uebereinstimmung wirklich nothwendig wäre. Doch aber ist es nicht unerwünscht, wenn die sämmtlichen Uhren eines ausgedehnten Gebäudes, oder einer ganzen Stadt, oder die Uhren auf den verschiedenen Stationen einer Eisenbahn von selber und ohne jeweilige äußere Nachhülfe genau mit einander Schritt halten; und dieß läßt sich dadurch erreichen, daß man eine sorgfältig gearbeitete Uhr als Normaluhr aufstellt, von welcher aus die Zeit sich gleichsam nach allen übrigen Uhren hintelegraphirt. Diese andern Uhren werden dann entweder bloß von Zeit zu Zeit durch die Normaluhr regulirt (corrigirt), oder ihre Zeiger werden Schritt vor Schritt unmittelbar durch telegraphische Mittel vom Gangwerk der Normaluhr dirigirt. Sprechen wir von der letztern Gattung zuerst.

In Fig. 12 (S. 31) denke man sich die verschiebbaren Stifte

A, B, C u. s. f. hinweg. Dafür sei in dem Gehäuse das Werk einer Secundenuhr angebracht, dessen Secundenrad mit dem Rade R eine gemeinsame Welle hat. Die Peripherie dieses Rades R ist aber jetzt (statt in 26) in 60 gleiche Theile (abwechselnd aus Metall und Elfenbein) getheilt. Verlegt man den Zeiger y auf die Außenseite des Gehäuses und ersetzt den Buchstabenkranz der Fig. 11 durch Zahlen, so ist y der Secundenzeiger. So wie sich uns nunmehr der Communicator eines Zeigertelegraphen in eine Normaluhr verwandelt hat, so wird auch aus dem Indicator (Fig. 10, S. 29) eine Uhr durch bloße entsprechende Aenderung des Zifferblatts. An der Welle des Zeigers z (Fig. 10), welcher (ganz gleichzeitig mit dem Zeiger y der Fig. 12) Secundensprünge macht, sitzt, außer dem Hemmungsrad a, ein eigentliches Secundenrad, welches ein Minuten- und ein Stundenrad sammt den zugehörigen Zeigern treibt, ganz so wie es bei gewöhnlichen Uhren der Fall ist. In eine beliebig lange Drahtleitung kann aber eine größere Zahl solcher Apparate wie der in eine Uhr umgeformte Indicator (Fig. 10) eingeschaltet werden, und alle diese Uhren gehen mit der Normaluhr ohne alle Abweichung.

Hat die Normaluhr kein Secundenrad, so sitzt die Scheibe R (Fig. 12) an der Welle des Minutenrades. Dann zeigen auch die übrigen Uhren bloß Minuten und Stunden.

In andern Fällen begnügt man sich, die untergeordneten Uhren ihrem eigenen Triebwerk und Pendel zu überlassen und sie bloß am Ende jeder Stunde genau nach der Normaluhr zu stellen. Die Normaluhr ist dann so eingerichtet, daß die elektrische Leitung während der ganzen Stunde unterbrochen bleibt und sich erst in dem Augenblicke schließt, wo der Minutenzeiger die 60ste Minute zurückgelegt hat. Der Elektromagnet der Nebenuhr zieht im nämlichen Augenblicke seinen Ankerhebel an; dieser faßt mit einem gabelförmigen Fortsatz den Zeiger und stellt ihn auf den richtigen Punkt ein. Ist diese Correction geschehen, so unterbricht sich die Leitung sogleich wieder.

Sollen die Stationsuhren einer Eisenbahn, mit welcher zu-

gleich eine eigentliche Telegraphenlinie verbunden ist, durch galvanische Mittel im Einklang erhalten werden, so wird gewöhnlich neben dem Leitungsdraht der Telegraphen noch ein besonderer Draht für die Uhren benützt.

Man wird nun leicht sehen, wie die Uebereinstimmung der zu einem Bakewell'schen Copirtelegraphen gehörigen Uhrwerke sich erreichen läßt. Der Apparat der einen Station trägt an einer Welle seines Uhrwerks ein Unterbrechungsrad von ähnlicher Einrichtung wie das Rad R in Figur 12. Dadurch und durch die zugehörige Rolle v wird dieses Uhrwerk zu einer Normaluhr für das Werk des Apparats auf der andern Station. Beide Uhrwerke sind durch einen besondern Draht verbunden. *)

Die erste Anregung zur Anlage telegraphischer Uhren wurde 1839 von Steinheil gegeben. Im folgenden Jahre wurde der nämliche Gedanke (wahrscheinlich unabhängig von Steinheil) von Wheatstone gefaßt und ausgeführt. Fast gleichzeitig mit Wheatstone trat auch Bain mit einer elektrischen Uhr auf. Späterhin aber ging Bain noch weiter, indem er eigentliche galvanische Uhren construirte, bei denen die Elektricität selbst die Triebkraft ersetzte und Gewichte oder Federn entbehrlich machte. Solche galvanische Uhren weichen in ihrem Bau von der Einrichtung der in diesem Schriftchen besprochenen Telegraphenapparate zu sehr ab, als daß sie hier mit hereingezogen werden könnten. Auch haben sie weniger praktische Geltung erlangt als die andern telegraphischen Uhren, weßhalb sie um so eher übergangen werden dürfen. Dagegen hat Bain auch für seine durch Gewichte getriebenen Normaluhren eine Veränderung eingeführt, welche wohl als eine Verbesserung gelten darf. Statt nämlich die abwechselnden Unterbrechungen des Stroms durch das mehrmals erwähnte Rad R und seine Rolle v ausführen zu lassen, übertrug Bain dieses Amt

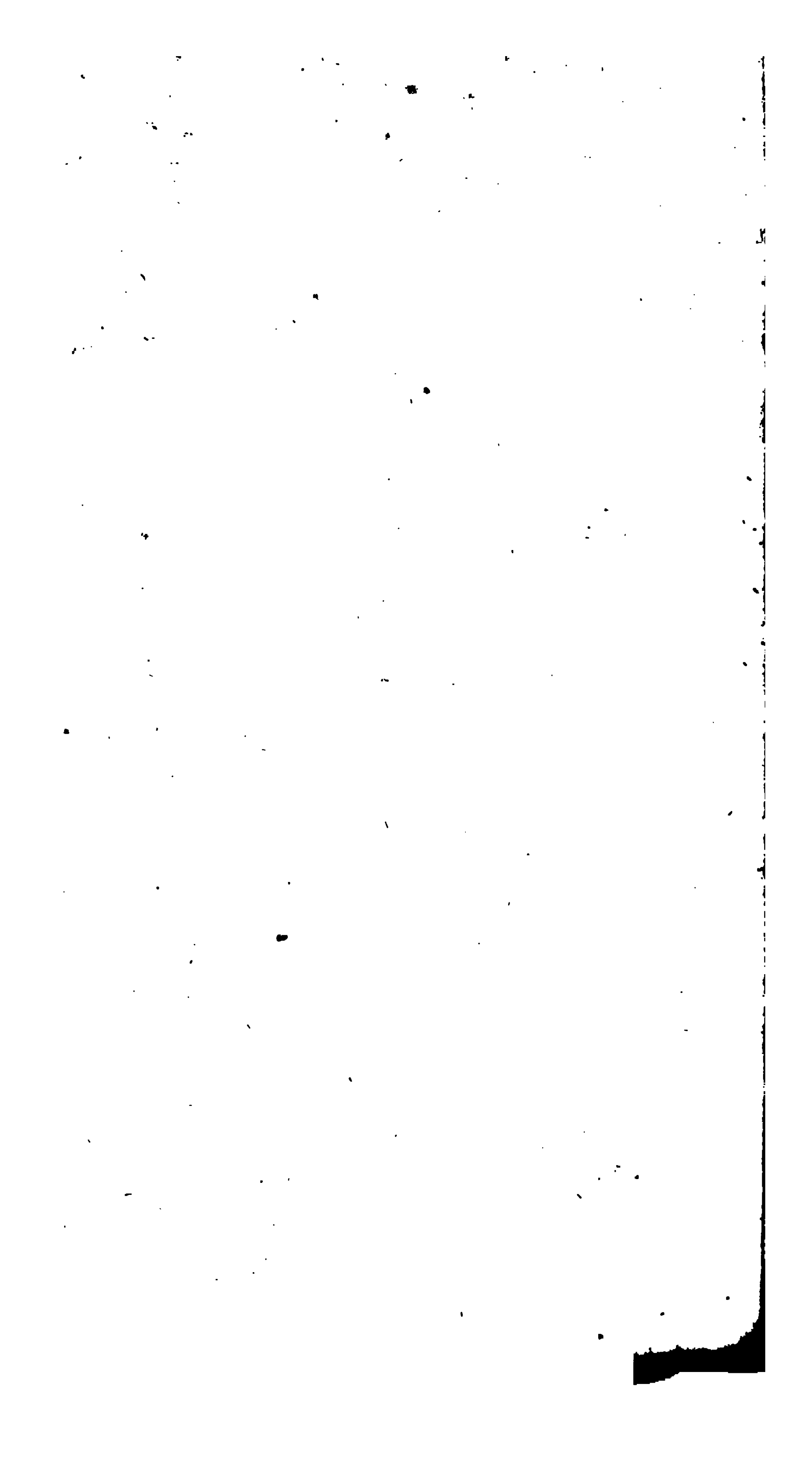
*) Bakewell hat zwar auch angegeben, wie der Telegraphendraht selbst zugleich auch für die Uhren benutzt werden könnte. Doch würde es nicht am Platze sein, hier näher auf diese künstlichere Einrichtung einzugehen.

einem zur Normaluhr gehörigen Secundenpendel in der Art, daß das Pendel nach jeder vollendeten Schwingung an eine Metallfeder stößt und dadurch den Strom in der Leitung auf so lange herstellt, bis es wieder seinen Rückweg antritt.

Außer den Obengenannten haben noch Garnier in Paris, Weare in England, Glösener in Lüttich, Fardely in Mannheim, Stöhrer in Leipzig u. A. sich mit Vervollkommnung der telegraphischen Uhren beschäftigt.



Inhalt.



A, B, C u. s. f. hinweg. Dafür sei in dem Gehäuse das
einer Secundenuhr angebracht, dessen Secundenrad mit dem
R eine gemeinsame Welle hat. Die Peripherie dieses Ra
ist aber jetzt (statt in 26) in 60 gleiche Theile (abwechseln
Metall und Elfenbein) getheilt. Verlegt man den Zeiger
die Außenseite des Gehäuses und ersetzt den Buchstabenkra
Fig. 11 durch Zahlen, so ist y der Secundenzeiger. So wie si
nunmehr der Communicator eines Zeigertelegraphen in eine
maluhr verwandelt hat, so wird auch aus dem Indicator (Fi
S. 29) eine Uhr durch bloße entsprechende Aenderung des
blatts. An der Welle des Zeigers z (Fig. 10), welcher (
gleichzeitig mit dem Zeiger y der Fig. 12) Secu
sprünge macht, sitzt, außer dem Hemmungsrad a, ein eigen
Secundenrad, welches ein Minuten- und ein Stundenrad
den zugehörigen Zeigern treibt, ganz so wie es bei gewöhn
Uhren der Fall ist. In eine beliebig lange Drahtleitung
aber eine größere Zahl solcher Apparate wie der in eine Uh
geformte Indicator (Fig. 10) eingeschaltet werden, und alle
Uhren gehen mit der Normaluhr ohne alle Abweichung.

Hat die Normaluhr kein Secund[illegible], so sitzt die Sche
(Fig. 12) an der Welle des Minutenrads. Dann zeigen au
übrigen Uhren bloß Minuten und Stunden.

In andern Fällen begnügt man sich, die untergeord
Uhren ihrem eigenen Triebwerk und Pendel zu überlassen u
bloß am Ende jeder Stunde genau nach der Normaluhr zu s
Die Normaluhr ist dann so eingerichtet, daß die elektrisch
tung während der ganzen Stunde unterbrochen bleibt und si
in dem Augenblicke schließt, wo der Minutenzeiger die 60st
nute zurückgelegt hat. Der Elektromagnet der Nebenuhr zie
nämlichen Augenblicke seinen Ankerhebel an; dieser faßt mit
gabelförmigen Fortsatz den Zeiger und stellt ihn auf den ric
Punkt ein. Ist diese Correction geschehen, so unterbricht si
Leitung sogleich wieder.

Sollen die Stationsuhren einer Eisenbahn, mit welche

gleich eine eigentliche Telegraphenlinie verbunden ist, durch galvanische Mittel im Einklang erhalten werden, so wird gewöhnlich neben dem Leitungsdraht der Telegraphen noch ein besonderer Draht für die Uhren benützt.

Man wird nun leicht sehen, wie die Uebereinstimmung der zu einem Bakewell'schen Copirtelegraphen gehörigen Uhrwerke sich erreichen läßt. Der Apparat der einen Station trägt an einer Welle seines Uhrwerks ein Unterbrechungsrad von ähnlicher Einrichtung wie das Rad R in Figur 12. Dadurch und durch die zugehörige Rolle v wird dieses Uhrwerk zu einer Normaluhr für das Werk des Apparats auf der andern Station. Beide Uhrwerke sind durch einen besondern Draht verbunden. *)

Die erste Anregung zur Anlage telegraphischer Uhren wurde 1839 von Steinheil gegeben. Im folgenden Jahre wurde der nämliche Gedanke (wahrscheinlich unabhängig von Steinheil) von Wheatstone gefaßt und ausgeführt. Fast gleichzeitig mit Wheatstone trat auch Bain mit einer elektrischen Uhr auf. Späterhin aber ging Bain noch weiter, indem er eigentliche galvanische Uhren construirte, bei denen die Elektricität selbst die Triebkraft ersetzte und Gewichte oder Federn entbehrlich machte. Solche galvanische Uhren weichen in ihrem Bau von der Einrichtung der in diesem Schriftchen besprochenen Telegraphenapparate zu sehr ab, als daß sie hier mit hereingezogen werden könnten. Auch haben sie weniger praktische Geltung erlangt als die andern telegraphischen Uhren, weßhalb sie um so eher übergangen werden dürfen. Dagegen hat Bain auch für seine durch Gewichte getriebenen Normaluhren eine Veränderung eingeführt, welche wohl als eine Verbesserung gelten darf. Statt nämlich die abwechselnden Unterbrechungen des Stroms durch das mehrmals erwähnte Rad R und seine Rolle v ausführen zu lassen, übertrug Bain dieses Amt

*) Bakewell hat zwar auch angegeben, wie der Telegraphendraht selbst zugleich auch für die Uhren benutzt werden könnte. Doch würde es nicht am Platze sein, hier näher auf diese künstlichere Einrichtung einzugehen.

